

D/69

Biszterszky Elemér

A programozott oktatás elméleti alapjai  
és irányzatainak  
kritikai összehasonlítása

Egyetemi doktori értekezés

JÓZSEF ATIILA TUDOMÁNYEGYETEM  
Pedagógiai-Pszichológiai  
Szakcsoport Könyvtára

## Előszó

A Budapesti Műszaki Egyetem Gépészmérnöki Karának Dékánja 1970. évben megbízott, hogy a kar mérnök-tanár szakos hallgatóinak a "Programozott oktatás" című tantárgy tanulásához jegyzetet készítsek. A jegyzetben feldolgozott tananyag alapjául azok az előadások szolgáltak, amelyeket a BME Gépész-, Villamos- és Vegyészmérnöki Karán - 1968/69. tanévtől kezdve - féléves studiumként tartottam.

A jegyzet összeállításával az volt a célom, hogy a programozott oktatás szinte beláthatatlanná duzzadt nemzetközi irodalma, valamint a hazai tapasztalatok alapján rendszerezett áttekintést nyújtsak a programozott oktatás alapvető problémáiról. Ezért munkámban elemeztem a programozott oktatás egyes irányzatait, törekvéseit és megoldásait. Értékeltem a programozott oktatás eddigi eredményeit és távolabbi lehetőségeit. A jegyzetben a programozott oktatás különböző irányzatainak "merevségéből" fakadó egyoldalúság feloldására, az objektivitásra és a hasznosítható elemek kiemelésére törekedtem.

A tematikus feldolgozás során ismertettem a programozott oktatásnak mint pedagógiai irányzatnak kapcsolatát a tudományos-technikai forradalom szülte oktatási problémákkal. Ismertettem a programozott oktatás kibernetikai, pedagógiai-pszichológiai megközelítéseit, valamint a programozás információelméleti, algoritmus-elméleti és



matematikai logikai problémáit.

A jegyzetben külön foglalkoztam a programozott oktatás  
technikai kérdéseivel és gyakorlati megoldásaival.

## I. FEJEZET

### A TUDOMÁNYOS-TECHNIKAI FORRADALOM HATÁSA

#### A PEDAGÓGIA TUDOMÁNYÁRA

##### Tudományos-technikai forradalom

A XX. század közepén a termelés anyagi-technikai szintjében bekövetkezett nagyarányú változások elindítói és megalapozói voltak a társadalmi fejlődés új, "félelmetesen gyönyörű" szakaszának, a tudományos-technikai forradalom korszakának.

A tudományos-technikai forradalom, a termelőerők forradalma, amely nem redukálható a termelőerők egyik vagy másik oldalának változásaira. A tudományos-technikai forradalom, a termelőerők minden oldalának, valamennyi objektív és szubjektív termelőerőnek, a társadalom hagyományos termelőerő struktúra egészének gyökeres átalakulását, minőségi változását jelenti.

Napjaink társadalmi fejlődésének egyik legjellemzőbb vonása a tudomány és a technika társadalmi jelentőségének nagyarányú növekedése. Nem véletlen ez a jelenség, hiszen "a társadalom anyagi javainak termelési ütemét nagymértékben a tudományok haladása szabja meg" /H.M. Fataljev/, és az empirikusan meg nem ismerhető mozgásformák technikai alkalmazásával a tudományok mindinkább közvetlen termelőerővé, a termelés pedig a megfelelő tudományágak technológiai alkalmazásává válik.

A tudomány indukciós hatása a társadalomra a történelem minden megelőző periódusához képest hallatlanul megnövekszik, átalakulnak azok a tudományos kutatási módszerek, amelyek segítségével újabb és újabb ismeretekhez jutunk, a tudományos kutatás indította társadalmi folyamatok mennyisége pedig példátlanul gyarapodik.

Auger francia fizikus szerint: "a tudományos kutatás, amely a XIX. század világában csupán mellérendelt szerepet játszott, a XX. században olyan fontossá vált, hogy ma már lehetetlen leírni társadalmat a tudomány szerepének figyelembevétele nélkül.

A tudományos tevékenység, minden gazdasági és műszaki következményével együtt, tíz esztendőnként megduplázódik. Érvényesnek találjuk ezt a megállapítást, ha a laboratóriumban dolgozó kutatók létszámát, a publikált dolgozatok mennyiségét, vagy az évente tett tudományos felfedezéseket fogadjuk el ismérvnek."

Az Auger-tanulmány idézett sorai a gyorsuló fejlődés objektív tényanyagának elemzésén alapuló szintézis, reális helyzetkép, a tudományok termelőerővé válási folyamatának logikus következménye.

A tudomány és technika történetének ebben az új korszakában jelentős feladatot jelent annak vizsgálata, hogy

A./ mi a helye és szerepe a természettudományoknak a termelés vonatkozásában,

B./ melyek a természettudományok gyorsuló fejlődésének okai, fejlődésének perspektívái.

A./ A természettudományok társadalmi funkciója a természet tanulmányozása, objektív törvényszerűségeinek feltárása és gyakorlati alkalmazási módszerek kidolgozása. Következésképpen a természettudományok szoros kölcsönhatásban és kapcsolatban vannak a termeléssel. E kölcsönhatás kétoldalú.

Egyrészt a természettudományok a termelés által támasztott igények kielégítésére hivatottak. Másrészt saját belső törvényeik szerint is fejlődve egymás után tárják fel a természeti törvényeket s kidolgozzák azok gyakorlatban való alkalmazásának módszereit.

A tudományok közvetlen kapcsolata a termeléssel, a technika révén valósul meg. A technika, mint objektív termelőerő elem és a tudomány, mint közvetlen termelőerővé váló elem a termelés igényeinek megfelelően dialektikus kölcsönhatásaik révén befolyásolják egymást, és a társadalom konkrét igényeit kielégítve, a társadalom bővített anyagi ujratermelését szolgálják.<sup>1</sup>

Viszont a társadalom intenzív fejlesztése nemcsak az anyagi, hanem a szellemi erőforrások ujratermelését, és az ujratermelésnek olyan összhangját kívánja, amely alapján lehetővé válik a termelőerők meghatározó és leglassabban változó elemének, a szubjektív termelőerőnek, az ember ismereteinek, képzettségének, mindenoldalú kibontakoztatásának gyorsuló bővülése.



Ha napjaink társadalmi fejlődési folyamataira az erőteljes hatású technikai és tudományos impulzusok a jellemzők, valamint a technika és tudományok fejlődési üteme az ember fejlődéséhez képest aránytalanul gyorsabb, akkor hogyan biztosítható a termelőerő-elemek közötti összhang a szükségszerű ujratermelés során?

A megoldás - első közelítésben - a nevelési és oktatási rendszer korszerűsítésének irányába mutat.

**B./** Adott időszakban a tudomány az előző nemzedék által összegyűjtött tudás volumenével arányosan, vagyis hozzávetőlegesen a geometriai haladvány szerint növekszik.

Ennek megfelelően a tudományos ismeretek összessége exponenciálisan gyarapodik. A gyarapodás mértéke az utóbbi három évszázadban Auger szerint jól kifejezhető az

$$A = b \cdot e^{0,07 t} \quad \text{képlettel,}$$

ahol  $A$  =  $a$   $t$  időpontig felhalmozott tudás mennyisége

$b$  =  $a$  tudásmennyiség  $a$   $t = 0$  időpontban

$e$  = a természetes logaritmus alapszáma

Tehát a tudományok gyorsuló fejlődésének okai közül az egyik, hogy minden nemzedék számára nagyobb tudásmennyiség áll rendelkezésre, mint amennyit az előző örökölt.

A növekvő tudásanyag viszont növekvő mértékben kibővíti a lehetőséget további jelenségek és kölcsönhatások keresésére, mélyebb összefüggések feltárására, átfogóbb elméletek kidolgozására.

Az ilyen arányú mennyiségi növekedés alapján egyesek - rendszerint a társadalmi termelés korlátai következtében - pl. Derek J. de Solla Price amerikai tudománytörténész, vagy Alvin M. Weinberg atomfizikus, szélsőséges kijelentésekre vállalkoznak. Price másfél évtizeddel ezelőtti vizsgálatai és "jövendölése" alapján a tudomány rövidesen telítődik, a fejlődés görbéje a rohamos gyorsulást leíró exponenciális görbe helyett nyújtott S alakú logisztikus görbe lesz. Alvin M. Weinberg pedig "a Price-i jóslat" kiegészítéseként - számításai alapján - kijelenti, hogy ha a jelenlegi fejlődési ráta ilyen mértékben növekedne, az USA a XXI. század első évtizedeiben már az egész nemzeti jövedelmét tudományra költethetné.

A tudományos ismeretek mennyiségi növekedésének ilyen "határelmélete" ellentétben áll a történelmi materializmus - M.M. Karpov által megfogalmazott - álláspontjával, miszerint "az emberi megismerés a természet végtelen sokféle, szakadatlanul változó tárgyaiból és kölcsönhatásaiból mind többet tár fel, de soha sem meritheti ki a megismerhetőt."<sup>2</sup>

Bár tendenciáiban valóban számíthatunk a tudománnyal foglalkozók számának, és a kutatásra fordított költségek növekedésének csökkenésével - az emberi és anyagi erőforrások szükségképpen korlátozó hatása következtében -, de amint azt G.A. Lakhtin megállapítja, "lehetetlen elképzelni, hogy az emberiség lemondhatna a tudományos-technikai ujitásáramlás folytonos gyorsulásáról.

Következésképpen a tudományos termelés görbéje és a tudományra költött anyagi erőforrások görbéje egy ponton el fog válni egymástól: míg az előbbi folytatja exponenciális mértékben gyorsulását, az utóbbi logisztikus görbébe hajlik le. Ettől a ponttól kezdve a tudomány intenzíven fejlődik majd azáltal, hogy okosabban és hatásosabban használja az erőforrásait, mindenekelőtt emberi erőforrásait".

Ehhez viszont az emberi erőforrások újratermelésének olyan objektív feltételei szükségesek, amelyeket csak a nevelési-oktatási rendszer korszerűsítésével és a nevelés, oktatás hatékonyságának növelésével biztosíthatunk.

A tudományok fokozódó differenciációja és specializációja a másik tényező, amely jelentős mértékben hozzájárul a tudományok lendületes fejlődéséhez. Ily módon ugyanis az objektív világ tárgyainak és jelenségeinek egy-egy szűkebb köre mélyebben és sokoldalúbban tárható fel, és ez előmozdítja a természet és társadalom alaposabb megismerését, rejtett erőinek az emberiség szolgálatába állítását.

Az utóbbi évtizedekben a tudományok gyorsuló haladásában mind nagyobb jelentőségű a tudományos munka tervszerűsége, szervezett fejlesztése, ami által lehetővé válik az erőfeszítések összpontosítása a társadalom - adott időszakban - legfontosabb, illetve legsürgetőbb kérdéseinek megoldására.



A teljesség és részletes elemzés igénye nélkül - a felsorolt objektív tényezők következményeként - tényként kell elfogadnunk, hogy

- az ismeretanyag exponenciális növekedése,
- a tudományfejlődés gyorsulása,
- a tudományfejlődés eredményeként kialakult - a fejlődés belső korlátját jelentő - fenyegető információ-dömping

nem csupán tendencia. Olyan folyamatban élünk, amelyben egyszerre vannak meg a távoli jövő elemei, a perspektívák irányába ható változások mozzanatai, és napjaink realitásai.

Hiszen az információ-túltermelés már az évtized olvasó, kutató emberének mindennapos munkáján érezteti bénító hatását. Jogos az atomfizikus megjegyzése: "ez az információ-áradat elsöpréssel fenyegeti a kultúraépítés szokásos útjait. 300 évvel ezelőtt a természettudományos folyóiratok száma mindössze 4 volt, 1900-ban még csak kb. 9000 volt. S ma? Több mint 200 000 jelenik meg".

/Marx György/

Ha az információhordozó forrásanyagok jelenlegi 8-10 évenkénti megkétszereződése sokáig tartana - J.R. Oppenheimer szerint -, a folyóiratok száma idővel meghaladná a lakosság létszámát, és azok nagyrészt senki sem tudná elolvasni. Ezért a fenyegető "információhalál" elleni védekezés már napjaink megoldásra váró problémái közé tartozik.



A megoldás részben az információs technológia tökéletesítésével és maximális gépesítésével, a tudományos eredmények közlésének nagymérvű racionalizálásával valósítható meg. Ez azonban egymagában nem elegendő. A nevelés és az oktatás tartalmi és formai tényezőinek - a kor feltételeihez igazodó - korszerűsítésére van szükség.

### Tudományos-technikai forradalom és a pedagógia

A tudomány és technika gyors iramú fejlődése, majd forradalma eredményeként bekövetkezett változások hatásai nem kerülhették el az emberformálás, az embernevelés tudományát, a pedagógiát sem.

A pedagógiának minden korban "klasszikus" törekvése volt, hogy lehetőleg átadja minden értéket és ismeretet, amelyet az emberiség fejlődése, története során alkotott. Ennek a feladatának eleget is tudott tenni a lassúbb ütemben fejlődő világban.

Napjaink pedagógiája vállalkozhat-e feladatok kielégítő megoldására?

Rene Maheu, az UNESCO főigazgatója nyilatkozatából idézek: "a világ anyagi és szellemi fejlődésével nincsenek összhangban a letűnt korszakoktól örökölt oktatási rendszerek és módszerek ...

Az oktatás tartalma sürgős reformra szorul ...

Az oktatás "válságán" az információ, az analízis és a szintézis, a komplex áttekintés igényét értem. A pedagógia még nem hajtotta végre a maga forradalmát!"

Pedig az a tény, hogy a tudomány a termelőerők fejlődésének közvetlen és legfontosabb eleme, már tartalmazza annak objektív szükségességét is, hogy a pedagógia is a változás, a fejlődés szférája közelébe kerüljön.

Következésképpen a pedagógia világszerte forradalom előtt áll: mind a tartalom, mind a "technológia" /tanítási-tanulási folyamat, módszerek és szervezeti formák/, mind a technika /oktatási eszközök/ területén.

Ahhoz, hogy a pedagógia forradalma bekövetkezessen, a társadalmi fejlődésnek azokból az új tendenciáiból kell kiindulnunk, amelyek meghatározzák a társadalomnak a pedagógia tudományával szemben támasztott követelményeit.

Melyek ezek a kényszerítő hatások?

- A tudományos-technikai forradalom eredményeként az oktató-nevelő munka tartalmát adó tananyag mennyiségi és minőségi növekedése, nagymértékű változékonysága.
- A tanulók létszámának nagyarányú gyarapodása. A képzés minden fokán növekszik a tömegképzés szükséglete.
- Bár a követelmények mennyiségileg és minőségileg egyaránt emelkednek, a képzési idő további növelése nem gazdaságos.
- Teljesen újszerű struktúrájú komplex studiumok jelennek meg.
- A fejlődés gyorsuló menete társadalmi szükségletté avatja a szakképzés, a művelés permanenssé tételét. Mindinkább elengedhetetlenné válik a rendszeres periódikus továbbképzés, a postgraduális képzés el-

terjedése minden fokon.

A teljesség igénye nélkül felvázolt követelményeknek napjaink és a jövő pedagógiája csak akkor tud eleget tenni, ha a tudományos-technikai forradalom változó és megújuló szükségleteinek megfelelően korszerűsít, rugalmasan követi a termelőerők fejlődését, keresi a mind intenzívebb és racionálisabb megoldásokat.

A korszerűsítésre irányuló törekvések - az oktatás tartalmi és formai kérdéseit, a mit és hogyan tanítsunk kérdés komplexumát egyaránt érintve - az utóbbi időben fokozódó erővel bontakoznak ki. Nagy Sándor véleménye szerint - egyre kevésbé lehet túlzásnak tekinteni, ha azokat a változásokat, amelyek az elmúlt 5-10 esztendő folyamán a didaktikában bekövetkeztek, a "didaktikai forradalom" fogalmával közelítjük meg - .

Eleinte a korszerűsítés csak az oktatás technikájának fejlesztésére terjedt ki. A kísérletek pedig a tudomány és technika új eszközeinek didaktikai felhasználására irányultak. Szokolszky István erről így ír: "az oktatás külső formái /ide tartoznak a technikai elemek/ a pedagógia-történet folyamán lassan fejlődtek. A fejlődés azonban különösen a XX. században felgyorsult. A pedagógia "technikai forradalma" - az új technikai berendezések elterjedésével kapcsolatban - az oktatás új formáit teremtetten meg. Beszélhetünk tehát a didaktikai technika fejlődéséről és az oktatás formáinak ezzel kapcsolatos gazdagodásáról. Ha azonban a formai technikai gazdagodás



valamelyik eredménye a gyakorlatban alkalmazásra kerül, akkor szükségképpen az ahhoz kapcsolódó módszernek is korszerűnek kell lennie."

Ezért a figyelem a továbbiakban mindenekelőtt a korszerű, aktiv oktatási módszerek kutatása és azok tudományos meg-alapozása felé irányul, mert ezek hiányában elképzelhetetlen az oktatás hatékonyságának növelése, amelynek szükségessége magában az oktatás gyakorlatában ért meg.

Kiss Árpád a hatékonyság fokozásának lehetőségeiként az következőket javasolja:

- Az eddiginél összehasonlíthatatlanul pontosabban kell meghatározni - az általánosan megadott nevelési célon belül - a konkrét tanulási célokat és feladatokat.
- Folyamatosan és behatóan kell tanulmányozni a tanterv viszonylag állandó és változó elemeit, az iskolai tanulmányok olyan megszervezését, hogy a társadalmilag indokolt legkisebb késéssel illeszthessék be a tudomány és technika fejlődésének új eredményeit, a gazdasági és társadalmi változások következményeit.
- Meggyőző kísérletek alapján kell dönteni arról, hogy milyen anyagot, milyen formában, milyen kapcsolásban, milyen eszközök segítségével a legeredményesebb nyújtani.
- Meg kell határozni, milyen szervezeti formában előnyös egy tárgy /tárgykör/ tanulása /osztály, csoport, egyéni tanulás/.



- Minden tervezésnél az összes igénybe vehető eszközöket és szervezeti formákat tekintetbe kell venni /könyv, feladatlap, programozott anyag, film, televízió, rádió, magnetofon, képmagnó, sokféle lehetséges összekapcsolásuk; egyéni, kis és nagy csoportos tanulás/.

Az oktatás hatékonyabbá tételének fent körvonalazott elemei azt a következtetést sugalmazzák, hogy korunk didaktikai és metodikai forradalmának kiteljesedéséhez az információs tanítási és tanulási eszközök széleskörű felhasználása, új tanítási-tanulási módszerek alkalmazása szükséges. Az új, alkalmazásra javasolt módszerek közül "napjaink egyik leg-újszerűbb és legmerészebb pedagógiai irányzata kétségtelenül a programozott tanítás" /Kelemen László/, mint a korszerűsítés része, a korszerűsítés tartalmát módosító didaktikai irányzat.

## II. FEJEZET

### A PROGRAMOZOTT OKTATÁS FOGALMA, PEDAGÓGIAI ELVEI

Napjaink köznevelési és oktatási rendszerében az új és új szükségletekhez való igazodás jegyében robbanásszerűen jelentkezik a korszerűsítés igénye.

Az eszközrendszer és oktatási módszerek korszerűsítésére irányuló munkálatok területén, a programozott oktatás egyike azoknak az irányzatoknak, melyek a tanítási-tanulási folyamat hatékonyságának növelésére irányulnak.

Helytelen minden olyan kijelentés /pl. T.A. Iljina, E.A. Peel/, miszerint korszerűségről metodikai vonatkozásban csak akkor beszélhetünk, ha programozott tanításról van szó. Nem, a programozott tanítás csupán része a korszerűsítésnek. Ezért feladatunk az, "hogyan fordítsunk az olyan didaktika kialakítására, amely gondosan tervezett és ellenőrzött kísérletek alapján iktat be minden új elemet /t.i. programozott tanítást/ a mainál hatékonyabb tanításba, a pedagógia emberi és emberséges jellegének nemcsak megtartásával, de erősítésével".<sup>3</sup>

Minden "új elemet" tartalmazó új törekvés létrejöttében "hatalmas ösztönző szerepe van a jelennel szembeni elégedetlenségnek. A programozott tanítás esetében a hagyományos oktatás elégedetlenségünk céltáblája".<sup>4</sup>

Miben nyilvánul meg a "hagyományos" oktatás gyengesége?

1./ A hagyományos, de nem korszerűtlen osztályrendszerű tanítás-tanulásnál az információközlés, -átadás, -feldolgozás és ellenőrzés folyamataira jellemző, hogy a tanár a tanulót közvetlen, egyenes, direkt kapcsolatba hozza a tudásanyaggal.

- Így az információáramlás többnyire csak egy irányba következik be.
- A tanár-tanuló kapcsolata csak esetleges.
- A tanár nem értesül a közölt információ megértésének fokáról, gondolatmenetének megfelelő ütemű követéséről, a tanulók sajátos nehézségeiről.

2./ A jelenlegi oktatás másik fő problémája a tanulók aktivizálásának kérdése.

Általánosan elfogadott tény, hogy az oktatás csak akkor lehet eredményes, ha az osztály minden tagját sikerül az önálló gondolkodás és cselekvés értelmében állandóan és intenzíven foglalkoztatni. Napjaink oktatására jellemző "tanári gondolatmenet követése" azonban korántsem nevezhető aktivitásnak.

3./ További megoldásra váró problémaként említhetjük meg, hogy a tanulók egyéni képességeit nem vesszük figyelembe az osztályrendszerű tanítás-tanulás esetében. Pedig a tanulói absztraháló képesség nem azonos, az ebből fakadó egyéni különbségek pedig valóban számottevőek.



4./ A tanulóknak nincs lehetőségük az önellenőrzésre, pedig ez megkíméli őket a félelemérzéstől és biztonságot nyújt.

5./ A tanár csak a mechanikus memória-teljesítmény ellenőrzésére képes, csak az eredményről tájékozódik és nem az ismeretelsajátítás folyamatáról.

6./ Az osztályrendszerű tanítás-tanulás folyamatainál az önálló munkának, mint a tanár-tanulók közötti egyirányú kapcsolatot megvalósító "másodlagos utak" egyikének, nem sok jelentősége van, és ha van, az sem ellenőrzött.

A teljesség igénye nélkül felsorolt problémák - kiegészítve a tudományos-technikai forradalom által támasztott követelményekkel - , azt jelzik, hogy ezek kielégítő megoldására sürgető szükség van, mert a következményt, a tanítás-tanulás különhaladásának veszélyét már az osztálytanítás gyakorlata is lépten-nyomon fájdalmasan igazolja.

Melyek tehát a korszerű oktatási rendszer általános alapkövetelményei, amelyek kijelölik számunkra a felvetett problémák megoldásához vezető utat?

L.M. Regelszon a következőkben látja a megoldást.

1./ Nemcsak az iskolán kívül eltöltött időben, hanem az iskolai foglalkozásokon is jelentékeny számban kell órákat biztosítani a tanulók önálló munkájára.



2./ Az iskolában végzett önálló munka nem maradhat tanári irányítás nélkül. Az önálló munka irányított legyen. Az irányításon azt értjük,

- hogy a tanulót útbaigazitjuk, hogy hogyan és milyen sorrendben dolgozza fel az anyagot,
- hogy a tanuló tudja, hogy helyesen értelmezi-e a tanulmányozott anyagot,
- hogy a tanuló ismeri, hogy mikor és milyen esetekben fordulhat segítségért vagy tanácsért a tanárhoz, vagy a taneszközhöz,
- hogy a tanár viszont tudja, hogy mikor és milyen anyaggal foglalkozik a tanuló, valamint milyen esetekben szorulhat segítségre.

Az önálló munka irányított rendszerét L.M. Regelszon programozott tanításnak nevezi, amivel első közelítésben egyet is érthetünk.

A programozott tanítás tehát zártrendszerű, kétoldalú kapcsolat megvalósítását biztosítja a visszacsatolással, aminek alapján lehetőségünk van az elsajátítási folyamat irányítására.

3./ A tanulók tanulmányi előmenetelét gyakran és hatékonyan kell ellenőrizni.

4./ A korszerű oktatási rendszer globális rendszer, amelyben ésszerűen kapcsolódnak a tanítás-tanulási folyamat "hagyományos" elemei az "új elemekkel", úgy, hogy az önálló munkáé az uralkodó és meghatározó szerep.<sup>5</sup>

### A programozott tanítás fogalma

A programozott tanítás általános értelmezésben tehát az önálló munka irányított rendszere, a tanítási-tanulási folyamat aktiv irányításának rendszere.

A programozott tanítás fogalma azonban nincs pontosan körülhatárolva. Komoskinak igaza van akkor, amikor a programozott tanítás definíciójának nehézségeivel kapcsolatban rámutat, hogy tulajdonképpen akárhány szakembert megkérdezzünk, annyiféle választ kapunk a feltett kérdéseinkre.

A programozott tanítás definíciójával kapcsolatban Müller és Dagulf 12 ismert szakember /a meghatározások sorrendjében: Aebli, H.; Biehl, N.; Correll, W.; Cube, F.; Czemper, C.; Hohlmann, W.; Netzer, H.; Heinrichs, H.; Klauer, K.; Recum, H.; Schorb, A.; Spaeth, G./ meghatározását közli.<sup>6</sup>

Meghatározások:

- 1./ "A programozott tanulás ... az egyéni tanulás egy formája, melyet a programozott tanítási anyag útján részleteiben is irányítanak".
- 2./ "A programmed instruction olyan tanítási forma,elynél a tanulás anyagát ... úgy osztják fel munkát kiváltó kérdések sorára, hogy a megoldásokat is közlik, mintegy ,programozzák'."

- 3./ "A programozott tanulás olyan rendszer, amelyben az embernek meghatározott értelmi vagy motorikus teljesítményeként /reakciók/ egy sor céltudatos megerősítést nyújtanak; és a tanítógép olyan berendezés, mely lehetővé teszi, hogy ez pedagógus /vagy kísérletvezető/ közreműködése nélkül történjék."
- 4./ "Programozott tanuláson értjük a tanulási anyag részekre bontását, alkalmas kérdésekkel lezárt kicsi információ-egységekben való nyújtását, továbbá a tanulói válaszok biztos és gyors ellenőrzésére szolgáló berendezést."
- 5./ "A programozott oktatás lényegileg önálló egyéni tanulási eljárás. Minden egyes tanulót lépésről lépésre vezetnek az egyik tanulási és tapasztalati fokról a következőre."
- 6./ " ..... olyan oktatást értenek, amelynek egyes lépéseit pontosan meghatározzák, és szabványosított kérdőívek, tankönyvek /"programozott könyvek"/ vagy tanítógépek útján nyújtják és ellenőrzik."
- 7./ "A tanuló program anyagát meghatározott szempontok szerint sok olyan apró lépésből építik fel, melyek a tanulót sorozatos válaszadásra kényszerítik; ezeket /válaszait/ a tanuló azonnal leírja, és így úgy vezethető az egyik részlettől a másikig, hogy tanítóra vagy tanárra nincs szükség."



- 8./ "Programozott tanuláson olyan tanulási eljárást értünk, mely logikailag összekapcsolt, egymást hézagtalanul követő apró tanulási lépésekből és ezek ellenőrzéséből álló program alapján, kiszámított menet szerint irányul egy tanulási cél elérésére."
- 9./ "Tanító-program"-nak nevezünk egy sztenderdizált tanítási menetet, mely lehetővé teszi a tanuló önművelését ..... "
- 10./ "A program, azaz egy előre kidolgozott hosszabb oktatási folyamat, előre meghatározza a tanulásnak azt az útját, melyen a tanulónak járnia kell, és lépésről lépésre közvetíti a tanulónak az egzakt logikai sorrendben és a nehézség növekvő foka alapján feldolgozott anyagot."
- 11./ "Ezt a /programozott/ tanulást kiszámítható lépések egymásutánjának tekintik, azaz a távolságot a kezdetben tudatlan és tájékozatlan tanuló kiinduló helyzete és egy dolog bizonyos ismerete és kezelése között gondosan megállapított kicsi szakaszok hosszú sora tölti ki."
- 12./ "A programozott oktatás egy összeállított, ill. sorba rendezett tanítási anyag alkalmazása logikai-

lag következetes módon, tehát az egyszerű felől a nehéz, az elhatárolt felől az átfogó, az ismert felől az ismeretlen felé."

A programozott tanítás fogalmának sajátos értelmezése található Dr. Josef Bródy: "A tanítási folyamat hatásosságának problémája" című tanulmányában.

"A "P" folyamatot, amelyre befolyással vannak az "M" halmazból az "x" paramétereknek n-dik értékei, az  $F/x/$  hatásosság maximális mértékében" programozott tanításnak nevezi. Az elterjedt és néha indokolatlanul széles értelmezésben, máskor pedig tulzottan leszűkítve értelmezett definícióktól eltérően a szerző - a fenti meghatározásból kiindulva -, a "feltételes valószínűségi mérték" bevezetésével szellemesen közelíti meg a problémát.

A programozott tanítás gondolata még annyira friss, felhasználási lehetőségei annyira különbözők, hogy nehéz mindenki számára elfogadható megfogalmazást adni. Mi sem vállalkozhatunk a programozott tanítás végleges megfogalmazására, csupán a lényeges elemek kiemelése alapján pontosítjuk a fent közölt általánosításunkat.

A programozott tanítás a tanítás-tanulási folyamat tervezésének és irányításának, az ismeret átadásának és az ismeretelsajátítás ellenőrzésének tapasztalati adatokon és tudományos /kibernetikai, pszichológiai/ elveken

alapuló módszere, amely a kitűzött cél elérésére szolgáló eszközöket az emberi tanulás pszichológiájában keresi. Az elemzés alapján képes behatolni az emberi tanulás lényegébe, és képes a feltárt ismereteket a tanulás ésszerű irányítására felhasználni.

Tehát a programozott tanítás nemcsak a tanítási anyag elrendezését, nemcsak az eszközrendszer felhasználását, a tanítás-tanulás individualizációját stb. jelenti, hanem a tanulási tevékenység irányításához alapul szolgáló specifikus törvényszerűségek megtalálását.

Ennek megfelelően az oktatás pedagógiájának és pszichológiájának az a feladata, hogy

- határozza meg a pedagógiai-pszichológiai problémáknak azon körét, amelyeket az irányítás-elmélet követelményei **kijelölnek**;
- elemezze az oktatás folyamatára vonatkozó pedagógiai-pszichológiai ismereteket, hogy felhasználhassuk azokat e folyamat irányítására.

Ezeknek a feladatoknak a megoldására csak akkor vállalkozhatunk, ha átlépjük a pedagógia tudományának határait, és munkánk során figyelembe vesszük a kibernetika, a pszichológia tudományának azon sajátosságait, amelyek a programozott tanítás keretében szintetizálódhatnak.

A programozott tanítás általunk megadott fogalmához kapcsolódó másik kérdés: hogyan kell programozni? /részletesen lásd: VIII. fejezetet/



Dana Tollingerova /1967/ három szakaszhoz kapcsolódó "módszeres" munkát javasol.

1./ Az analízis szakaszában: a kialakítandó rendszer /program/ szerkezeti /strukturális/ egységeit határozzuk meg, úgymint a kitűzött közelebbi és távolabbi célokat, a tanítási anyag egységeit, a tanulás lépéseit, a teljesítmények mértékeit, stb.

2./ A szintézis szakaszában: a program tulajdonképpeni szerkesztésénél, az analízis szakaszában feltárt egységeket - a kitűzött célnak megfelelően - egységes programmá alakítjuk, szervezzük.

3./ A revízió szakaszában: a program optimalizálását végezzük úgy, hogy a kialakult tanulási rendszer a legjobban megközelítse a kitűzött célokat. Itt végezzük el a teljesítmény eredménybeli, eljárásbeli és időbeli elemzését, a verifikálás, a sztenderdizálás stb. matematikai eljárásai segítségével.

A programozás felsorolt fázisai során az ugynevezett programot készítjük el. Értelmezése a programozott tanítás fogalomkörében a következő:

A részleteiben is megtervezett, az eredményes tanulás logikai, pszichológiai, kibernetikai és didaktikai feltételeinek figyelembevételével feldolgozott tananyag. A program a tervszerűség biztosítása a tanítás-tanulás valamennyi tényezőjét illetően.

### A programozott tanítás pedagógiai elvei

A továbbiakban vizsgáljuk meg, melyek azok a pedagógiai /didaktikai/ alapelvek, amelyeket a programozott tanítás hívei programjaik alkotásánál figyelembe vesznek és alkalmaznak.

Hilgard 18 pedagógiai alapelveket sorol fel, amelyeket a programozott oktatás hívei általában irányadónak ismernek el. Ezeket az alapelveket legalább vezérszavakban talán nem árt végigfutni.<sup>4</sup>

A./ Az inger-válasz elmélet alapján felállítható elvek:

1. A tanulónak aktívnak kell lennie.
2. Az ismétlés gyakorisága.
3. A megerősítés elve. A helyes válasz jutalmazása, a helytelen büntetése.
4. Az anyag változatos összefüggésekben való tárgyalása az általánosítás és a megkülönböztetés érdekében.
5. Az összeütközések /konfliktusok/ elve.
6. Társadalmi és egyéni motiváció.

B./ A megismerési /kognitív/ elmélet által bizonyított elvek:

1. A lényeges mozzanatok bemutatása.
2. Átmenet az egyszerűből az összetettre.
3. Az értelmesen szervezett ismeretek tartósabbak.
4. A megismerő visszafordulás elve. Az eredmények siker-

re visszahatóan megerősíti az ismereteket.

5. A tanuló célokat tűzön maga elé.

C./ A személyiség elméletéből származó elvek:

1. A tanulók egyéni képességeinek figyelembevétele.
2. Ismerni kell a tanulók fiziológiai és társadalmi fejlődését.
3. A személyiség társadalmi termék.
4. A tanulóknál más és más a "szorongási fok" és ez befolyásolja az eredményt.
5. Különböző tanulóknál ugyanaz a helyzet más motivációt vált ki.
6. A motivációk és az értékek szervezése további célok felé.
7. Az osztály közösségi légköre. Versengés vagy együttműködés, tekintélyi vezetés vagy demokrácia, elkülönült vagy csoportmunka.

B.F. Skinner a programozott tanítás alapelveiről írott munkájában sem nehéz felismerni a programozott tanítás kiinduló alapelveit:

- "a tananyag feldolgozását azzal kezdjük, hogy meghatározzuk a tanuló munkájának végső célját, és ismereteinek kezdő szintjét .....
- kérdések és feladatok, amelyek feleletre várnak, meghatározott folyamatos tevékenység elvégzését követelik meg .....



- a programok többsége az anyag egymásra épülő, kis részekre bontásának elvén alapszik ...
- a tananyag minden újabb részletének közlésénél figyelembe kell venni a tanuló felkészültségét ...
- az olyan ismert adatok számát, amelyek a helyes feleletre rávezetik a tanulót, fokozatosan csökkenteni kell, hogy végülis a tanuló megtanuljon a saját ismereteire támaszkodni...
- az elsajátítás folyamatát rendszeresen ellenőrizni kell ...
- a tananyagot olyan szakaszok sorozata formájában kell szerveznünk, amely követi a tantárgy logikáját ... ", stb.

Ezek az alapelvek nem újak a didaktikában.

Nem az alapelvekben van tehát eltérés a programozott oktatás és a jelenlegi módszerekkel történő oktatás között, hanem abban, hogy a tanítás-tanulás eddig ismert törvényszerűségeit jobban érvényre juttatja a programozás.

A programozott tanítás újszerűsége éppen ebben rejlik, hogy ezeknek a didaktikai alapelveknek és követelményeknek magában a program szerkezetében, tartalmában kell együttesen és közvetlenül tükröződnie.

### III. FEJEZET

#### KIBERNETIKA ÉS A PROGRAMOZOTT TANÍTÁS

Az emberre és társadalomra vonatkozó új tudományos eredmények több-kevesebb mértékben mindig hatást gyakoroltak és gyakorolnak a pedagógia tudományára. Amíg a XX. század első felében a pszichológia, addig az 1950-es évektől kezdődően korunk új szintetikus tudományának, a kibernetikának eredményei nyújtanak új és termékenyítő gondolatokat a pedagógia elmélete és gyakorlata számára. A kibernetikai szemléletmódnak a neveléstudomány területén és ezen belül is a didaktikában való jelentkezéséhez jelentős mértékben hozzájárult a programozott tanítás eszméjének kibontakozása, amely eredetileg közvetlenül semmiféle kapcsolatban nem volt a kibernetikával. Köztudott, hogy a skinneri problémafelvetés - a tanulmányi folyamat hatékony irányítását elősegítő programozási eszme - kizárólagosan a folyamatra vonatkozó pszichológiai ismeretekhez kapcsolódott. A programozott tanítás tényleges tartalma - nevezetesen a tanítási-tanulási folyamat hatékony irányítási törvényszerűségeinek, módszereinek és eszközeinek feltárása - azonban nem nélkülözheti a kibernetika által feltárt

- a célszerűen működő rendszerek irányítására általában érvényes törvényszerűségek,
- a kibernetikai módszerek, valamint
- a kibernetika elvein alapuló eszközök

felhasználását és alkalmazását, ami által a programozott

tanítás lehetőségei is megnövekednek.

A kibernetikai törvények, módszerek és eszközök pedagógiai alkalmazásának és felhasználásának egyértelműsége - úgy véljük - szükségessé teszi, hogy mindekelőtt tisztázzuk a kibernetika fogalmát, lényegi jellemzőit.

### A kibernetika fogalma

A kibernetika fogalma évszázados, sőt évezredes multra tekinthet vissza. Terminológiájával kapcsolatban számos eltérő tartalmú meghatározás alakult ki.

A kibernetika a "Kybernetes" ógörög szóból származik, amely irányító, hajókormányos, vezérlő kifejezést jelent. Platon is használta ezt a fogalmat, s alatta az egyes tartományok adminisztratív kormányzását, irányítását értette.

Amper 1840-ben a kibernetikát a társadalomtudományok közé sorolta.

Norbert Wiener 1948-ban megjelent "Kibernetika" című könyvében a következőket írja: "elhatároztuk, hogy az önműködő vezérlésnek illetve hírközlés elméletének az egész területét, akár gépről, akár emberről van szó, a kibernetika névvel fogjuk jelölni ..."

Frank a kibernetika fogalmán "a különböző információk átvételének, feldolgozásának időben és térben való továbbítását" érti.



A továbbiakban, a kibernetikával kapcsolatban felsorolható számos definíció közül csupán Kalmár László és Oscar Lange meghatározását közöljük, annál is inkább, mivel az általuk adott meghatározások - megítélésünk szerint - a legjobban fejezik ki a kibernetika lényegét.

Kalmár László szerint "a kibernetika új komplex tudomány, amely a vezérlésnek és szabályozásnak, továbbá az információk ezzel kapcsolatos gyűjtésének, továbbításának, tárolásának, feldolgozásának és felhasználásának olyan általános törvényszerűségeit kutatja, amelyek a vezérelt vagy szabályozott rendszerek legkülönbözőbb mozgásformája esetén a mozgásforma specifikus mozgástörvényeivel együttes hatásban érvényesülnek".

Ez a meghatározás a kibernetika területét kiterjeszti az anyagi rendszerek legkülönbözőbb mozgásformáira, tehát az élő és élettelen természetén kívül a társadalmi folyamatokra és a tudat szférájába tartozó jelenségekre is.

Oscar Lange szerint: "A kibernetika az összetett dinamikus rendszerek szabályozásának és vezérlésének tudománya".

A fenti meghatározások alapján röviden tekintsük át azokat az általánosításokat, amelyek a pedagógia területén, a programozott tanítás szempontjából hasznosíthatók:

- a kibernetikai szemlélet lehetőséget biztosít bonyolult rendszerekben végbemenő folyamatok különböző

összefüggéseinek jobb, racionálisabb feltárására,  
mennyiségi és strukturális tanulmányozására;

- a kibernetika az összetett rendszereket nem kísérli meg egyszerű rendszerekké feloldani, vagy azok összességeként ábrázolni;
- a kibernetika komplex rendszerekből, azok működéséből indul ki, és halad az alkotóelemek és kapcsolataik magyarázata felé;
- a tanulmányozott rendszerek viselkedése nem a rendszert felépítő elemektől függ, hanem attól, hogy ezek az elemek miként vannak rendszerre szervezve /tehát bármilyen rendszer, technikai vagy biológiai, társadalmi vagy vegyes rendszer, közös elvek alapján működik, ami alapján közösen is tárgyalható/;
- a kibernetikai szemlélet biztosítja a tanulmányozott rendszereknek az eddigiekben csupán az anyagfajtákhoz és energiákhoz kapcsolt aspektusai mellett, a rendszer strukturális, funkcionális és információelméleti aspektusát és ilyen megközelítésen alapuló tanulmányozását.

#### Kibernetika és pedagógia /programozott tanítás/

A pedagógia - "mint a legdialektikusabb, a legbonyolultabb és legsokoldalúbb komplex rendszer" /Makarenko/, amely az összetett dinamikus rendszer iránti valamennyi

követelménynek megfelel - különösen alkalmas arra, hogy jelenségeinek és folyamatainak hatékony irányítását az általános irányításelmélet /kibernetika/ alapján értelmezzük. Így, a kibernetika által kiemelt három, egymással összefüggő - strukturális, funkcionális és információs - szempont alapját képezheti a tanulmányi folyamat vizsgálatának.

Ezért meg kell vizsgálnunk a tanulmányi folyamatot

- 1./ strukturális aspektusában, tehát annak a rendszernek szempontjából, amelyben ez a folyamat realizálódik;
- 2./ funkcionális aspektusában, tehát a tanulási folyamat irányításának alapsémája vonatkozásában; valamint
- 3./ információs aspektusában, azaz a rendszerben szereplő információ szempontjából.

A programozott tanítás megvalósításához mindezeket az aspektusokat elemeznünk kell, mind a kibernetikai, mind pedig a pedagógiai-pszichológiai oldaláról. E fejezetben csak a kibernetikai oldal elemzésére vállalkozunk.

#### 1./ Strukturális aspektus

##### A rendszer fogalma, csoportosítása.

A mindennapi szóhasználat, valamint a különböző tudományágak eltérő tartalommal alkalmazzák a rendszer terminológiáját. A természet, a társadalom és technika világában megkülönböztetnek technikai, organikus, társadalmi, tudományos és vegyes rendszereket.



Bár a rendszereket mindig valamilyen konkrét értelmezésben használják, mégis van valami közös bennük, amely alapján nagyfokú absztrakcióval közösen tárgyalhatók. Nevezetesen az, hogy a rendszer valamilyen funkciót betöltő strukturális, funkcionális elemek szervezett halmaza, valamilyen közös ismerv alapján együvé tartozó különböző elemek, részek kölcsönös, dinamikus kapcsolata. A rendszereket különböző szempontok szerint csoportosíthatjuk. A "kibernetikai pedagógia" szemléletű megközelítésünk szempontjából a következő csoportosítások lényegesek.

a./ A rendszert alkotó elemek száma, és a közöttük lévő kapcsolatok szerint:

- egyszerű
- bonyolult rendszereket különböztetünk meg.

/A differenciálás során részletesen csak azokkal foglalkozunk, amelyek közvetlenül kapcsolódnak vizsgálatunk tárgyához./

A bonyolult rendszerekre jellemző, hogy alkotóelemeik száma nagy és a köztük lévő kapcsolatok sokrétűek és dinamikusak.

b./ A rendszerek objektive, akarattunktól függetlenül léteznek-e vagy sem. Ennek alapján:

- materiális
- absztrakt rendszereket különböztetünk meg.

A materiális rendszerek az anyagi világ jelenségei, amelyek tudatunktól függetlenül objektive léteznek, úgymint

az élő szervezetek és közösségeik, emberekből és eszközeikből álló rendszerei.

Végül csoportosíthatók a rendszerek abból a szempontból, hogy működnek-e vagy sem.

A működő rendszerekre jellemző, hogy azok elemei a mozgás, az állapotváltozás során kölcsönösen hatnak egymásra, és attól függően, hogy a működésüket a természet és társadalom törvényeinek spontán érvényesülése, vagy pedig valamilyen meghatározott cél - pl. adott törvények tudatos felhasználása - váltja ki, tovább bonthatók: célszerűen és nem célszerűen működő rendszerekre.

A célszerűen működő rendszerek alkalmasak bonyolult célok követésére és képesek a cél eléréséhez szükséges stratégia és taktika kidolgozására.

A kibernetikai szemléletmód megköveteli, hogy amikor valamilyen jelenséget, folyamatot tanulmányozunk, akkor pontosan jelöljük meg azt a konkrét rendszert, amelyben a jelenség vagy folyamat realizálódik. A vizsgált folyamat esetünkben a tanítási-tanulási folyamat. Az általunk megjelölt "rendszer" a tanár /mint irányító/ és tanuló /mint irányított/ alrendszer az eddigiekből következően: bonyolult materiális, célszerűen működő rendszer, amely igen sok, különböző irányítási rendszer elemeiként szerepelhet. Ezek közül a rendszerek közül számunkra - programozott tanítás esetén - "... mivel a tanítás-tanulás folyamatában a tulajdonképpeni irányítás ténylegesen csak a pszichikus tevékenység szintjén valósítható meg" /N.F. Talizina/, ezért a pszichológiai folyamatok

szintjéhez kapcsolódó rendszerek jelentősek.

## 2./ Funkcionális aspektus

### Irányítás, vezérlés, szabályozás és visszacsatolás.

Minden célszerűen működő, dinamikus rendszer a kiindulási állapota és a cél "állapota" között végbemenő folyamatok /változások/ során irányítási feladatokat old meg.

Köztudomású, hogy ha valahol célszerűséget látunk, ott valamilyen irányításnak kell lennie.

A műszaki terminológia értelmezésében "az irányítás olyan művelet, amely valamely műszaki folyamatba annak létrehozása /elindítása/, fenntartása, megváltoztatása vagy megszüntetése /megállítása/ végett beavatkozik". Ez a meghatározás általános érvényű lehet, ha az egyes területek speciális követelményeire tekintettel vagyunk, s így az irányítás mechanizmusa a legkülönbözőbb tudományok oldaláról történő vizsgálatokban is bizonyos egységet mutat.

Az irányítás módja szerint megkülönböztetünk:

vezérlést és  
szabályozást.

A tanítás-tanulás folyamata a szabályozási folyamat speciális esetének fogható fel, amely szerkezetét tekintve az ismeretszerzés és alkalmazás egymásba hatoló és egymást felváltó, egymással dialektikus kapcsolatban lévő ciklikus változása.



A ciklikus változásokhoz kapcsolódó irányítás esetén az alábbi mozzanatokat kell biztosítanunk:

- az irányítás céljának megjelölését;
- az irányítandó rendszer kiinduló állapotának meghatározását;
- a ráhatások programját, amely előirányozza a rendszer leglényegesebb - az irányítandó folyamat specifikumától, az irányítás céljától és a rendszer kiindulási állapotától függő - átmeneti állapotait;
- az irányítandó rendszer állapotára vonatkozó információ szerzését, bizonyos paraméterek rendszere szerint, az irányítás mindegyik mozzanatában /a visszacsatolást/;
- a visszacsatolás csatornáján át, adott információ feldolgozását és a módosító /szabályozó/ ráhatások kidolgozását;
- a szabályozó ráhatások realizálását.

A tanítási-tanulási folyamat felsorolt mozzanatainak közül részletesebben az irányítás céljával /A/, és

a visszajelentés kérdéseivel /B/

foglalkozunk.

Az irányítás hatékonysága mindenekelőtt attól függ,

- hogy mennyire vesszük figyelembe az irányítandó folyamat specifikus sajátosságait;
- hogy milyen mértékben realizálható az optimális visszacsatolás az adott folyamatban.

A./ Az irányítás célja

A kibernetikában az irányítási cél megadásának általánosan elfogadott módja az, hogy előre megjelöljük a végállapot változóit, leírva a változók összességének mértékét. Ezt a kérdést a tanítás-tanulásra vonatkozóan L.N. Landa dolgozta ki.

Véleménye szerint először a tanuló pszichikus tevékenységét elemezzük, majd kijelöljük az alakítani kívánt változók körét, végül a kijelölt változók meghatározott számértékével vagy minőségi sajátágaival pontosan leírjuk az oktatás célját, az úgynevezett "végállapot vektorának" formájában. A tanítás-tanulási folyamat esetében az irányítás célja az, hogy megváltoztassuk az irányítandó folyamat állapotát és azt egy előre kijelölt állapotba hozzuk. A behaviorizmus tanuláselmélete az irányítás céljaként általában megjelöli a külső tevékenység azon fajtáit, vagy azoknak a külső cselekvéseknek a rendszerét, amelyeket a tanulóknak helyesen végre kell hajtaniuk.

A neobehaviorizmus /pl. Skinner/ a külső reakciók rendszere mellett, már a különböző pszichikai cselekvések kialakítását is szerepelteti az irányítási célok között.

N.F. Talizináék szerint az irányítás céljaként meg kell határozni a pszichikai tevékenység azon új képeinek, cselekvéseinek és összetett strukturáinak rendszerét, amelyeket az oktatás végén meg akarunk kapni. Így az oktatási

cél konkrét tartalmának tükröznie kell

- a kialakítandó ismeretek, jártasságok és készségek adott pszichikai tevékenység szintjéhez igazodó rendszerét;
- azon sajátosságok /megkülönböztetés, általánosított-ság, automatizáltság, stb./ rendszerének kialakult-sági szintjét, amelyekkel a tanulóknak a folyamat végén rendelkezniük kell.

A programozott tanítással foglalkozó munkák többsége sajnos nem fordít kellő figyelmet a tanulási cél ki-tűzésére és leírására, holott ezzel kellene kezdődnie minden programozott anyag szerkesztésének.

#### B./ A visszacsatolás

Szabályozási folyamatok jellemzője, hogy az irányított jellemző visszahat az irányítási műveletre. A szabályo-zásnál tehát van visszacsatolás.

A visszacsatolásról akkor beszélünk, ha egy folyamat végeredményének valamelyik jellemzőjét a folyamat be-menő jelére visszavezetve úgy használjuk fel, hogy az a folyamat végeredményét valamilyen irányban befolyá-solja. A visszacsatolás során a folyamat végeredményét egy megfelelő érzékelő berendezéssel érzékeljük, illet-ve a kimenő jelek közül kiválasztjuk a szabályozni ki-vánt jellemzőt. Ezt a jellemzőt /a műszaki gyakorlatban/ a különbségképző szervekbe vezetik, amelyek a bennük



tárolt, vagy rajtuk kívül álló alapjel és az ellenőrző jel különbségével arányos jelet adnak. Ezzel a folyamat végeredményében bekövetkező eltéréseket, változásokat érzékelik nagyság és irány szerint, és a mért eltérés nagyságának és irányának megfelelően beavatkoznak a folyamatba és visszaállítják a szabályozni kívánt jellemző értékét, a cél eléréséhez szükséges értékre.

A kibernetikában a visszacsatolás tartalmának még nem alakult ki ilyen egységes értelmezése.

Általában a visszacsatolás szót három értelmezésben használják:<sup>7</sup>

- Egyrészt használják úgy, mint a kibernetikai rendszereket a nem kibernetikai rendszerektől megkülönböztető általános elvet, a visszacsatolás elvét. Ez nem jelent mást, mint adott rendszernek azt a tulajdonságát, hogy az eredmény visszahat az eredményt kiváltó irányító hatásra és ezzel biztosítja a rendszer stabilitását.
- Az értelmezések másik csoportja szerint a visszacsatolás a rendszerben lezajló információcsere folyamatok egy szakaszára vonatkozik.
- Végül a szerzők harmadik csoportja szerint a visszacsatolás szó tágabb értelmében kapcsolat a vezérlő és vezérelt egységek között a tájékoztató, illetve kontroll információ érdekében; szűkebb értelemben csatorna ennek a kapcsolatnak a megvalósítására.

Véleményünk szerint, amíg a műszaki tudományokban a visszacsatolásnak mint elvnek a jelentősége felmérhetetlen, addig a programozott tanítás esetében /a visszacsatolás meghatározásai közül/ a visszacsatolásnak - mint az irányító és irányított alrendszerek között végbe-  
menő információcsere- folyamat értelmezése jelenti azt a tartalmat, amire a továbbiakban egyértelműen építhetünk.

A tanítás-tanulás folyamatában, mint szabályozási folyamatban nem nélkülözhetjük a folyamatos visszacsatolást. Vagyis azt, hogy az irányító rendszer /a tanár vagy munkáját segítő eszköz/ folyamatos értesítéseket kapjon az elsajátítás tényleges menetéről és - ezen keresztül közvetve - az irányított rendszer pszichikai tevékenységében bekövetkezett változásokról. Ez képezi az alapját annak a szabályozó és módosító ráhatásnak, amelyet az előírt folyamattól való eltérések esetén a tanárnak vagy annak munkáját segítő eszköznek gyakorolnia kell. Hagyományos tanítás-tanulás esetén az irányító rendszer beavatkozása a tanulói elsajátítási folyamatba esetleges, hiszen

- sok azonos rendeltetésű és nem egyforma irányított alrendszer esetén képtelen az összes információt időben beszerezni és feldolgozni, vagyis
- adaptálódni minden egyes irányított alrendszerhez, az idő függvényében.

A programozott tanítás viszont "lehetőséget biztosít a folyamatos visszacsatolás megvalósítására" /Iljina/. Ahhoz azonban, hogy a programozott tanítás területén konkrét tartalmat kapjon a visszacsatolás, szükségünk van a visszacsatolás fajtáinak: a pozitív és negatív, valamint a külső és belső visszacsatolás fogalmának elemzésére.

Beszpalko szerint "azt a visszacsatolást, amely a tanuló tevékenységének pozitív magyarázatát adja, amely megerősíti a következtetéseket, amelyekhez a tanuló eljutott, amely a szerzett képességeket megerősíti, pozitívnak nevezzük. Különösen jó és egyszerű példája a pozitív visszacsatolásnak a helyes felelethez fűzött kommentár, melyet a tanuló a műveleti lépéselem alternatív sorával végzett munka után olvas. Például: Helyes az Ön felelete, de még helyesebb lett volna, ha ...

Belső pozitív visszacsatolás akkor keletkezik, amikor a tanuló saját feleletét összehasonlítva a megadott helyes megoldással, megegyezést észlel.

A visszacsatolás jelzései a tanuló tevékenységének negatív elbírálását is adhatják, rámutatva annak pontatlan vagy hibás voltára, lényegében törölve azt az anyagot, amelyet ő a helytelen cselekvés folyamatában jegyzett meg. Az ilyen visszacsatolást szokásos negatívnak nevezni".



Belső visszacsatolásról viszont akkor beszélünk, ha a tanuló maga határozza meg az eltérést, és értékeli tevékenységét.

Külső visszacsatolásról pedig akkor, ha a vezérlő szerv /tanár vagy elektronikus oktatógép/ veszi figyelembe a tanuló reakcióinak jellegét.

A továbbiakban a belső, illetve külső visszacsatolást ebben az értelemben használjuk.

A belső és külső visszacsatolás az oktatás különböző szintjein különböző arányban fordul elő. A belső visszacsatolás gazdaságosabb, gyakrabban valósítható meg, mint a külső visszacsatolás, amelynek gyakorisága csoportos oktatás esetén igen korlátozott. Ugyanakkor a belső visszacsatolást csak bizonyos meghatározott körülmények között lehet megvalósítani. Feltételei közé tartozik, hogy a tanulóban kialakult az önellenőrzés bizonyos képessége, s egyetért az oktatás céljával, igyekszik annak megvalósítása érdekében cselekedni. Azaz nemcsak képes, hanem hajlandó is a kitűzött feladatnak a megoldására.

A programozott tanítás esetén a visszacsatolásnak kell biztosítania, hogy a tanulási cél tartalmától függő paraméterek /regisztrálandó változók/ alapján az irányítórendszer folyamatos értesítéseket kapjon az elsajátítás folyamatáról. Így a visszacsatolás tartalmát a tanulói válasz helyessége vagy helytelen volta, a fel-

adat végrehajtásának gyorsasága, a hibák gyakorisága, stb., mint külső visszacsatolási elemek, és a tanulói válasza rávezető tevékenységi folyamat paraméterei, mint belső visszacsatolási elemek határozzák meg. Napjaink programozott tanítással foglalkozó munkáinak többségében a visszacsatolás a tanulmányi folyamat egyetlen paramétereként, a tanuló válaszána helyesége szempontjából szerepel. Ezt a visszacsatolást is többnyire azonosítják a megerősítés fogalmával. Ez az azonosítás - belső visszacsatolásnál - valóban lehetséges, de csak akkor, ha az adott feladat helyes végrehajtása egyben motivuma is a tanulói tevékenységnek.

Több paraméter alapján működő visszacsatolásra Gordon Pask és munkatársai - adaptív rendszerek kidolgozásával - folytatnak kutatásokat.

### 3./ Információelméleti aspektus

1962-ben Ernst akadémikus a kibernetika lényegéeként az információelméletet + automatikát jelölte meg. Norbert Wiener szerint e kijelentés alapja, hogy mind a kommunikációs, mind pedig az irányítás-technika közép-pontjában az információ áll. A kibernetika egyik alapjaként elfogadott információelmélet eredetileg a híradás-technikához tartozott. C.E. Shannon, A.J. Hincsin és A.N. Kolmogorov stb. munkásságának eredményeként az

információelmélet önálló tudománnyá fejlődött, amely napjainkban már nemcsak a műszaki, hanem a társadalomtudományok területén is termékenyítőleg érezteti hatását. Az információelmélet vizsgálatának tárgya az információ. A szabályozási rendszereknél jelentős szerepet játszó közlési folyamatok vizsgálatánál a pedagógia tudománya sem nélkülözheti az információelmélet és matematikai módszerei által biztosított előnyöket.

A funkcionális analógia kibernetikai módszere /t.i. a pedagógiai jelenségek és folyamatok az objektív valóság irányítható jelenségeinek és folyamatainak osztályához tartoznak. Így érvényesek rájuk az ehhez az osztályhoz tartozó valamennyi jelenségre és folyamatra jellemző objektív törvényszerűségek./ alapján pedagógiai jelenségek és folyamatok objektív értékeléséhez és leírásához felhasználhatjuk az információ-gyűjtés, -átadás, -feldolgozás és -felhasználás folyamatainak tartalmas matematikai modelljeit, "Ézért a tanítás-tanulás tartalmát jelentős részében úgy értelmezhetjük, mint az információval végzett műveletek végrehajtását" /L.B. Itelszon/. Ahhoz, hogy a pedagógiai jelenségek leírásánál az információelmélet alkalmazási területét és lehetőségeit megvilágíthassuk, tisztáznunk kell, hogy mit értünk információn.

/Az információátvitel - jel, kód, kódolás, dekódolás, közvetítőcsatorna, csatornkapacitás, átviteli sebesség, zaj, stb. - fogalmait a programozott tanítással fog-



lalkozó munkák többsége felhasználja ugyan, de többnyire mechanikusan alkalmazza, és sajátosan értelmezi. Így ezek elemzésére jelen tanulmányunkban külön nem térünk ki./

### Az információ

Az információelmélet, és így a kibernetikának is egyik alapfogalma az információ. E fogalom oly nagy terjedelmű, hogy a tudományok számos ágazatában, így a pszichológiában és a pedagógiában egyaránt eredményesen hasznosítható. Az információ általános értelmezésben hír. Olyan hír, amely mindig valamilyen közlést tartalmaz, amely az újdonság hatásával hat, és bővíti ismereteinket. Sz. Goldman szerint: "az információ a gondolkodás alapanyaga és minden szellemi tevékenység alapjául szolgál." Ennek összehasonlítását, rendszerezését, analízisét és szintézisét, vagyis feldolgozását meggondolásnak, értelmezésnek nevezzük, ezek eredményeit pedig megismerésnek, ismeretnek.

Az információ általában úgy fogható fel, mint valaminek a besorolása valamely rendszerbe, amikor is közömbös, hogy a besorolt elemek anyagi, vagy nem anyagi természetűek. Az információ lehet szimbolumok valamilyen rendje, egy átvitt közlés keretében, de lehet élő szervezet, társadalmi rendszer, vagy általában bármely összetétel strukturája, vagy organizációja.

Az információ tehát egy rendszer matematikailag megragadható rendje.

Az anyag fogalmára vonatkoztatva, az információ úgy fogható fel, mint az anyagi valóság azon tulajdonsága, hogy rendezett és egyben megvan a rendezési képessége. Ez a képesség nem az anyagon kívül létezik, hanem elválaszthatatlan attól. Minden materiális objektum rendelkezik bizonyos rendezettséggel, melyet a kvantitativ oldallal összefüggő kvalitatív oldal fejez ki. Az információ kvantitativ értelemben a rendezettség mértékeként fogható fel.

A rendezettségnek a fejlődés során való növekedése összefügg a tükrözés képességével, amelynek során az anyag organizációt és információt tárol és halmoz fel.

Az információelmélet más tudomány területén - így a pedagógia területén - történő alkalmazása "nem merülhet ki a szakkifejezések átültetésében" /Shannon/. A programozott tanítással foglalkozó munkák jó része azonban nem veszi ezt figyelembe.

Az információelmélet - programozott tanításhoz kapcsolódó - alkalmazását érintő központi probléma: hol és hogyan lehet mennyiségileg értékelni a tanítás-tanulás folyamatában elsajátítandó ismereteket?

A kérdés első részére /a hol kérdésére/ válaszolva, N.F. Talizina szerint: "Az oktatási folyamat elemzése során az információs szempontot két irányban érvényesíthetjük: 1. az oktatás tartalmára vonatkozólag, 2. azokra a ráhatásokra vonatkozólag, amelyeket tevékenységük irányítása céljából gyakorlunk a tanulókra. Az első esetben a tanulmányi folyamatot a kommunikáció egyik fajtájának tekinthetjük: az idősebb nemzedékek által gyűjtött ismeretek továbbítását a fiatalabbak számára. Tulajdonképpen épp ez a célja a tanulmányi folyamatnak. A második esetben az információ nem tartozik az oktatás tartalmához, céljához; eszközül szolgál ahhoz, hogy előbb említett válfaját eljuttassuk a tanulóhoz. Így az oktatásban a kommunikációs folyamatok és az irányítási folyamatok egységes egészet alkotnak."

A kérdés második részére vonatkozóan /a hogyan kérdésére/ két egymástól élesen elhatárolható irányzatot különböztethetünk meg:

a./ a programozott tanítással foglalkozó programozók többsége a lehetséges közlések halmazának rendszerint a szokásos, közönséges abc-t, a választásnak pedig az abc betűit tekintik, s ezen az alapon formális információ-mennyiségek számítására korlátozzák munkájukat /V.P. Beszpalko, G.N. Alekszandrov/;



b./ sajnos a szerzőknek csak kis csoportja /N.M. Rozenberg, N. Carnap/ próbálja tekintetbe venni az információ értelmét, és értékét is. Ezek bevezetik az úgynevezett "hasznos információ" fogalmát.

M.M. Bongard szerint "a feladat határozatlanságának a beérkezett jelzés hatására bekövetkező változását, a hasznos információ felhalmozódásaként értelmezhetjük". Az információelmélet eszközeivel leírható tanulás-redundancia elméletek az utóbbi irányzathoz közelebb állnak:

Valószínűségi tanulás: /Ezt az információs akkomodációnak vagy információs approximációnak is nevezik./

Kísérleti úton bebizonyítható, hogy az ember az adó eseményeit jó közelítéssel előre is meg tudja jósolni. Minthogy mindaddig, amíg a tanuló az adó valószínűségeit nem ismeri, a tanuló információja több, mint a tényleges /objektív/ információ. Az objektív valószínűségeknek ez a fokozatos megtanulása a vevő /tanuló/ számára saját szubjektív információjának fokozatos csökkenését jelzi. Az információ-csökkenés ilyen folyamata végeredményben a növekvő redundanciájú folyamattal egyenértékű.

Tárolásos tanulás: Ha a tanulónak a jelek sorozatából egy szöveget kell tárolnia /kivülről megtanulnia/, akkor ez a szöveg szubjektív információjának fokozatos csökkenését /leépítését/ jelenti. Minden egyes olvasáskor ugyanis, amely a kísérleti adatok szerint kb.  $C = 10$  bit/mp sebességgel történik, ugyancsak kísér-

letileg megállapított értékek szerint  $K = 0,7$  bit/mp információt tárol az emlékezet. Az egymás utáni tárolási folyamatok nyomán a szöveg szubjektív információ-tartalma állandóan csökken, míg végül a zérus értéket el nem éri. A tanuló számára kívülről megtanult szöveg szubjektív információ-tartalma ui. zérus, illetve a redundanciája: 1. Eszerint a tanulás közbeni tárolás /ismeretfelhalmozás/ folyamata is növekvő redundanciájú folyamat.

Szuperjelképzés: A jeleknek új információs egységgé való összefoglalása /betűkből szavak felépítése, szavakból mondatok, hangokból melódiák, érzékelési elemekből alakok vagy idomok felépítése/ teszi, hogy a tanuló a szubjektív információ-tartalmat fokozatosan és erőteljesen csökkentse. Ha pl. a  $z_1, z_2, \dots, z_3$  szöveg információ-tartalma

$$I = 8 \times \lg 8 = 24 \text{ bit}$$

értékű, akkor az egész információnak két jellé való összefoglalásával /általánosításával/ a kifejezésére most már

$$I = 2 \times \lg 2 = 2 \text{ bit}$$

elegendő.

A szuperjelek képzése főleg az érzékelésnél és felismerésnél fontos, minthogy az érzékelési alakok vagy idomok jórészt nem tudatosan és meg nem fogható módon

alakulnak ki. Ugyanigy fontos ez a folyamat a problémák megoldásánál. Az utóbbi esetben azonban - az érzékeléssel ellentétben - tudatos, hierarchikus és megfordítható felépítésről van szó, amelyek eredménye az egy vagy néhány jelből való összefoglalás. Információelméleti szempontból ez végül annyit jelent, hogy az egyetlen szuperjel információtartalma  $I = \lg 1 = 0$ , vagyis végeredményben a probléma ismeretes, hiszen a tanuló számára már nincs többé szubjektív információ-tartalma.

Mind a három folyamatnál a redundancia növekedésének jelensége játszik szerepet, vagyis a tanuló számára az információtartalom fokozatosan csökken és a rendezettség állandóan nő.<sup>8</sup>

A Szovjetunióban N.F. Talizináék nem az elsajátítandó ismeretek terjedelmének mennyiségi értékelésében látják az információelmélet eszközeinek programozott tanításbeli hasznosítását.

Véleményük szerint jelenleg - s ez elméletükből /lásd: V. fejezetet/ következik - sokkal fontosabb probléma az információelméleti apparátus felhasználása a kódolás hatékonysága és a csatornkapacitás kérdésének megoldásánál.



A kibernetika és a programozott tanítás kapcsolatának elemzése végén megjegyezzük: csak akkor kerülhet sor a programozott tanítás eszméinek eredményes gyakorlati megvalósítására, ha az általános irányításelmélet által kijelölt és feltárt pedagógiai-pszichológiai problémákat is - a tanítás-tanulási folyamat specifikus törvényszerűségeit - elemezzük és figyelembe vesszük azokat a programok készítésénél.

#### IV. FEJEZET

##### TANULÁSELMÉLETEK ÉS A PROGRAMOZOTT TANÍTÁS

A kibernetika elmélete által kijelölt általános jellegű követelmények önmagukban nem biztosíthatják a tanítás-tanulási folyamat hatékony irányítását. Ennek megvalósításához nélkülözhetetlen a tanítás-tanulás specifikus törvényszerűségeit feltáró pedagógiai-pszichológiai ismeretek elemzése, amely alapján eredményesen programozhatjuk az irányítandó folyamatot.

N.F. Talizina szerint a tanítási-tanulási folyamat speciális törvényszerűségeit a tanuláselméleti kiindulás határozza meg. Mivel a tanulás belső menetének elemzésére vonatkozó "univerzális" tanuláselmélettel nem rendelkezünk, ezért röviden összefoglaljuk azokat az elméleteket, amelyek a tanulmányi folyamat irányítására szolgáló programok szerkesztési elveire hatással vannak.

A programozott tanítással foglalkozó munkák elemzése alapján elegendő

- az asszociációs tanuláselméletek;
- a behaviorizmuson, valamint
- az értelmi cselekvések szakaszos formálásának elméletén alapuló,

a tanítási folyamatra épülő és a tanulási folyamatra vonatkozó elméletek áttekintése.

/Az értelmi cselekvések szakaszos formálásának elméletével részletesen az V. fejezetben foglalkozunk./

### Asszociációs tanuláselméletek

Az elsajátítási folyamat asszociációs koncepciója szerint a tanulás, azaz a tapasztalatok felhalmozása oly módon történik, hogy a valóság tárgyainak s jelenségeinek objektív kapcsolatai tükröződnek a tudatban, aminek eredményeként asszociációs rendszerek képződnek a meglévő és az újonnan szerzett ismeretek között.

Ilyen módon megy végbe az asszociációs mezők kiszélesedésének és az asszociációs sorok meghosszabbodásának szakadatlan folyamata. A kialakuló asszociációk hierarchiát alkotnak, nevezetesen a helyi asszociációk, partikuláris asszociációk, rendszeren belüli asszociációk, rendszerközi asszociációk fokozatait, amelyek egymásra épülnek.

Az asszociációs felfogás korszerű /inger-válasz kapcsolaton alapuló/ tanuláselméletéhez kapcsolódik Skinner behaviorizmusa.

Mi ez a behaviorizmus? amely a programozott tanítás elméletében elsősorban nyugaton, de a Szovjetunióban is - "országunkban eleinte a programozott oktatás amerikai változatának átvétele volt a jellemző" /t.i. a skinneri és a Crowder-i rendszer/ /Talizina/ - jelentős szerepet játszik.



### A behaviorizmus

A behaviorizmus vagy viselkedés-lélektan Amerikában keletkezett a XX. század elején, a mechanisztikus pszichológiai hagyományainak folytatásaként.

Ez az irányzat a pszichikumot a viselkedéssel azonosította, s az egész pszichikus tevékenységet az élőlény reakcióinak különböző formái gyanánt kezelte.

A behaviorizmus megjelenéséhez filozófiailag a pragmatizmus készítette elő a talajt.

A pragmatizmus a tevékenység vagy gyakorlat fogalmát állítja előtérbe, a tevékenység alapvető funkcióját pedig az embernek a környezethez való alkalmazkodásában, a siker elérésében látja. Ezt a sikert nem azért éri el az ember, mert ismeri a külső feltételeket, mert gondolatai hozzávetőleg hiven tükrözik a valóságot.

A pragmatisták másképpen látják az ember eszméinek és gyakorlatának egymáshoz való viszonyát. Véleményük szerint az ember gondolkozása a külvilághoz való alkalmazkodásának eszköze, nem pedig a valóság megismerésének a formája. A pragmatizmusnak ez a központi tétele elszakítja egymástól a tevékenységet és a megismerést, és kirekeszti a megismerést a filozófia területéről.

A behaviorizmus továbbfejlesztette és radikálisabbá tette a pragmatizmus elgondolásait. A behaviorizmus elméletének középpontjába került a pszichikum megismerő funkciójának tagadása és a viselkedésnek az alkalmazkodási

funkcióra való korlátozása. Miután a századforduló során erősen kifejlődtek az állatok viselkedésének tanulmányozására irányuló kísérleti kutatások, a behaviorizmus pragmatizmusát mechanikus materialista elgondolásokkal egészítette ki.

Loeb, Beer és Thorndike arra a következtetésre jutottak, hogy az állatok egész viselkedését teljes mértékben megmagyarázza a külső tényezőknek a szervezet fizikai strukturájára gyakorolt hatása.

Thorndike kísérletei, amelyek az állatok úgynevezett probléma-ketrecben tanusított bonyolult viselkedésének elemzésére irányultak, különösen jelentős hatást gyakoroltak a behaviorizmus kialakulására.

Thorndike szerint a szokatlan helyzetekhez való állati alkalmazkodás mechanizmusa abban áll, hogy bizonyos reakciók, amelyek az állatot "megelégedettségi" állapotba juttatják, megerősödnek, mások viszont, amelyeknek nincs pozitív hatásuk, meggyengülnek.

Tehát a behaviorizmus, a pragmatizmusra és az állatok viselkedésének tanulmányozásából szerzett természet-tudományos anyag mechanisztikus determinista értelmezésének filozófia platformjára épül.

Lényege: - eltekintve a különböző áramlatoktól - az S-R /inger-reakció/ formulájára vezethető vissza, amely a behaviorizmus szerint kifejezi bármely élőlény tevékeny-

ségének minden oldalát, beleértve az emberi tevékenységet is. A behaviorizmus kutatásának fő feladatát abban látja, hogy részletesen tanulmányozza az élőlények viselkedését a számukra meg nem felelő körülmények között és levonja a törvényszerűségeket az inger és az élő szervezet válaszreakciói között.

A behaviorizmus fejlődésének két periódusát különböztethetjük meg.

1./ Az első periódus az 1910-20-as évek végéig terjed. Ebben az időszakban Watson klasszikus behaviorizmusa dominál, aki az "inger-reakció" kapcsolatot tette meg minden organizmus viselkedési alapegységének.

2./ A második periódus 1930-tól napjainkig terjed. A radikális behaviorizmustól való eltávolodást a "közbeeső változók" fogalmának az "inger-reakció" formulába történő beillesztése jelentette.

A "közbeeső változók" elméletének lényege olyan folyamatok posztulálása, amelyek közvetítik és megváltoztatják a külső ingerkeltők hatását a szervezet viselkedésére. Ezek közötti különbséggel magyarázhatók azok a tények, amelyeket a leegyszerűsített S-R sémával már nem lehetett értelmezni.

Formulája: S - KV - R - M

ahol S = inger, KV = közbeeső változók, R = reakció, M = megerősítés.



E periódus behaviorizmusának magját az ugynevezett kondicionálási elméletek, a feltételes reakciók képződésére vonatkozó elképzelések alkotják.

Ezekre a filozófiai és pszichológiai alapokra épült Skinner operatív vagy instrumentális kondicionálású tanuláselmélete.

### Skinner tanuláselmélete

Az operációs tanuláselméletben a tanulás mozzanatai az  
inger—magatartás—megerősítés,  
azaz

kérdés—válasz—eredményközlés.

Skinner a viselkedésnek két típusát különbözteti meg:

- az ismert ingerek által kiváltott ugynevezett respondent /felelő/ viselkedést,
- az ismeretlen ingerekre kialakuló ugynevezett operant /cselekvő// tanulást.

Véleménye szerint erre a második viselkedési típusra, vagyis nem az ismert ingerek által kiválasztott respondent viselkedésre, hanem az ismeretlen ingerekkel megerősített operant tanulásra kell vizsgálatainkat irányítani. Ez utóbbi tanulás cselekvő próbálkozásokkal történik, és azok a válaszok /operációk/ rögződnek, amelyeket a siker megerősít. Ez a siker általi megerősítés döntő Skinner elméletében.

A siker lehet elsődleges /pl. étel/, vagy másodlagos

/pl. adott viselkedés egyszerű beválása/. Amíg az elsődleges sikernek állati tanulásnál, addig a másodlagos sikernek az emberi tanulásnál van meghatározó szerepe.

Tehát a tanulás nem más, mint a siker által megerősített operációk sora, aktiv keresés, amelyet a siker szabályoz. Ezek alapján a skinneri programozás pszichológiai alapelvei:

- a tanuláshoz állandó aktivitásra kell épülnie;
- a tanulás sikerét állandóan ellenőrizni kell, és meg kell erősíteni;
- a feladatmegoldásokat a kérdések leegyszerűsítésével, apró logikai lépésekkel kell megközelíteni.

A fenti szempontok alapján kidolgozott programozott tanítás lineáris és elágazásos programjainak egy-egy "lépése" a következő elemekre bontható:

- az információra és az erre vonatkozó kérdésre /ez a külső ingernek felel meg/,
- a kérdésre önállóan megfogalmazott vagy több felelet közül kiválasztott válasza /ami a tanuló reakcióját jelenti/,
- a felelet megerősítésére /ami pedig a másodlagos sikerélményt nyújtja/.

Skinner a megerősítésnek két fajtáját különbözteti meg:

- a helyes felelet megerősítését,
- a helytelen felelet kijavítását.

Skinner az előbbi alkalmazását javasolja. Ezzel a közvetlen visszacsatolással ugyanis a tanuló lehetőséget kap arra, hogy a tanulás folyamán önmagát állandóan ellenőrizze. Az azonnali megerősítés örömet idéz elő, s így az aktivitás és motivációs bázis beépülhet a tanulási folyamatba.

A skinneri ugynevezett lineáris programok mellett a programozott tanítás gyakorlatában jelentős szerepet játszó Crowder-féle választásos programok pszichológiai megalapozásánál sem nehéz felismerni a behaviorizmuson alapuló tanuláselméletek jellemzőit. E programok a Thorndike-i "effektus törvényére" épülnek, amely a tanulás lényegét a helyes válasz kikeresésében, valamint a siker szabályozó szerepében látja.<sup>9</sup>

Kétségtelen, hogy az ismertetett tanuláselméleti koncepció általános tartalmában találhatók olyan elemek - pl. aktivitás, folyamatos ellenőrzés stb. -, amelyeknek alkalmazása elősegitheti a tanulmányi folyamat hatékony irányítását. Azonban az alapkoncepció Skinner és Crowder által javasolt konkrét - a programok kialakítására vonatkozó - változatai komoly visszaesést jelentenek és nem fogadhatók el a programozott tanítás pszichológiai alapjaként.

Kritikai megjegyzéseink a következők:

1./ Az elmélet nem tesz különbséget emberi és állati tanulás között.



Az emberi tanulás nem egyszerűen inger-válasz megerősítés. Az alapmechanizmus megegyező vonásai ellenére igen nagy különbség van az állati feltételes reflexes tanulás és a második jelzőrendszerre épülő, megértést és probléma-megoldást jelentő emberi tanulás között.

Az embernél kialakult reflexfolyamat-kapcsolatok nem egyszerűen másolatai a külső világ kapcsolatainak, hanem annak értelmi, műveletek útján nyert gondolati tükrözései.

2./ Az elmélet túlértékeli az azonnali megerősítés sikerélményt formáló szerepét.

A pedagógiában a motiváció sokkal szélesebb terjedelmű, semminthogy azt leszűkíthetnénk csak a megerősítésre.

3./ Az elmélet alapján készült programok minden egyes lépése vagy csak egyszerű verbális asszociációt /lineáris programoknál/, vagy adott válaszok szelektálását /feleletválasztásos programoknál/ kívánja a tanulótól. Az elemi asszociációk kimunkálása és rögzítése korlátozza az értelmi tevékenység kialakítását, ily módon nem valósulhat meg a gondolkodási folyamatok irányítása, azaz az értelmi tevékenység bonyolult formáinak kibontakoztatása.

4./ Az elméletre épülő programozásnál nincs igazi értelmi aktivitás. A tanulás nem a megértésre, hanem a sugalmazások és célzások rendszerén alapuló elemi asszociációk reprodukálására épül.

5./ Az elmélet alapján készült programok felépítésénél csak az ingert és az arra várható reakciót programozzák, vagyis a "bemenetek" és a "kimenetek" irányítására vállalkoznak. A közöttük levő, és a kettő kapcsolatát biztosító ugynevezett "középső tagról" vagy nem szólnak /Skinner/, vagy tudatosan arra az álláspontra helyezkednek /Crowder/, hogy úgy kell irányítani a tanulót, "mint a fekete dobozt", amelynek csak be- és kimenetét ismerjük.

Értékelésünk egyoldalúságára utalna, ha megjegyzéseinket csak Kelemen László, Talizina és Landa megállapításaira alapoznánk, s nem szólnánk azokról a véleményekről, amelyek a polgári pedagógia - pszichológia oldaláról érik Skinner elméletét.

A legtömörebben Aebli fogalmazza meg álláspontját. "A programozott oktatás elméleti művelői nem veszik tekintetbe a magasabbrendű tanulás leglényegesebb jellemzőit - az újjárendezés és a szintézis aktusait -, melyek pedig minden igazi szellemi produkció folyamatában benne foglaltnak. Ha pedig valaki ezeket a döntő szakaszokat figyelmen kívül hagyja, akkor ez azt jelenti, hogy magát az egész folyamatot sem látja. Ettől a szemrehányástól nem lehet megkímélni a programozott oktatás eddigi elméletét és alapjául szolgáló skinneri tanuláselméletet sem."

Silverman, Evans és Leith is arra a megállapításra jut, hogy a programok készítésénél az inger-válasz modell naiv alkalmazása nem vezethet az elvárható tanulói teljesítmény növekedéséhez.

Felismerésük alapja az volt, hogy a laboratóriumi kísérletekben kipróbált és ellenőrzött inger-válasz-megerősítés elméletnek a programozott tanítás gyakorlatában történő felhasználásánál számos nehézség jelentkezett.

Ezek a következők:

- a relevans emberi magatartás sokkal komplexebb, sem-  
hogy ilyen egyszerű inger-válasz modellekkel elegendő  
mértékű pontossággal és részletességgel le lehessen írni;
- a frame-ben megadott kérdés nem lehet azonos a ta-  
nulóra ható ingerrel, hiszen az egyes frame-k inger-  
komplexumokat alkotnak, amelyek szerkezete nemcsak a  
program szerzőjétől, hanem a tanuló előfeltételeitől is  
függ;
- a lineáris programok "feleletalkotása" nem az egyet-  
len reakciót jelenti az ingerre, hiszen a reakciók egész  
komplexumából, reakcióláncából a válaszban csak a lánc  
utolsó tagja válik közvetlenül láthatóvá;
- a szuperkomplex szekunder megerősítés nem korlátozód-  
hat a válasznak az eredménnyel való összehasonlítására.



Ezért /Silverman, Evans/ olyan adekvát oktatási modellek és eljárások kidolgozására irányuló kutatómunkát javasolnak, amelyeknek közös vonása:

- mivel az eddigi tanuláselméletek az elemi folyamatok mikroanalízisére épültek és túlságosan differenciáltak voltak, ezért a kísérletek a komplex tanulási folyamatra alkalmazható modellek kialakítására irányulnak;
- az analízis, az operative definiált magatartás célhoz igazodik;
- magatartáselméleti orientációjúak;
- a programkészítés munkájának racionalizálásához, a tanulási cél, a tanulmányi folyamat és a program tartalmi analízisére sémákat szolgáltatnak.

A jelenlegi kutatások keretében legfontosabbnak látszó modellek a következők:<sup>10</sup>

- Ruleg-eljárás
- Matetika
- Gagne-féle tipológia

#### A Ruleg-eljárás

"A Ruleg-eljárás, melyet először Evans, Glaser és Homme javasoltak /1962; ugyancsak Taber, Glaser, Scheffer 1965/, egyike a legegyszerűbb, egyúttal a legkorlátozottabb eljárásoknak. Inkább anyag-, mint cél-orientációjú és lényeges korlátozó feltételekből indul ki a tananyagot

illetően. Felteszi ugyanis, hogy az anyag teljesen tagolható szabályok és feladatok alakjában.

Ennél az eljárásnál az első lépés a tanulási cél kitűzése. A programozónak forma és tartalom szerint egyértelműen le kell rögzítenie, hogy milyen feleletet vár a tanulótól a program végén az előre rögzített kérdésekre, ill. követelményekre. A tanulási célt tehát operative kell differenciálni. Így például az a kijelentés: "A tanulónak a program befejezése után az egész számokkal való műveleteket kell tudnia", nem operatív definíció többé, mert nem rögzíti egyáltalán, hogy

- a./ milyen műveleteket tudjon a tanuló,
- b./ a program befejezése után természetszerűen vagy kiválasztott feleletet tudjon adni,
- c./ milyen mértékű tudást várunk /vagyis milyen százalékban várunk tőle helyes választ/.

Amíg ugyanis az oktatási célt csak általánosságban, bizonytalanul tűzik ki és közelebbről nem határozzák meg, lehetetlen a programozónak olyan programot készíteni, mely minden igényt, kívánságot kielégít, mert

- a./ nem tudhatja, hogy mi mindent kell programoznia;
- b./ nem ismeri, milyen formában kívánnak a tanulótól helyes reakciót,
- c./ nem tudja, hogy milyen mélységben kívánnak a tanulótól helyes reakciót, vagyis milyen részletességgel kell a programba az anyagot felvennie.

A második lépés a Ruleg-eljárásnál az anyaghoz tartozó /implikált/ összes szabályok megállapítása. Ez általában a szakdidaktikus feladata. A gyakorlatban azonban rendszerint ügyelni kell arra, hogy elkerüljék a szabályok szükségességével kapcsolatban felmerülő didaktikai előítéleteket. Glaser /1965/ azt javasolja, hogy a szakdidaktikustól vonjanak el minden irodalmi segéd-eszközt. Egyes esetekben a programkészítésnél az is bevált, hogy a szakdidaktikus mellé egy jó kritikai érzékkel bíró logikust állítottak, akivel minden részletet meg tudott vitatni.

A harmadik lépés a szabályok logikus sorrendbe állítása. Ez a sorrend nagyjából megfelel a program későbbi strukturájának. A rendezés alapjául többféle elv is szolgálhat. A szabályokat például komplexitásuk szerint lehet sorba állítani, először jönnek az egyszerűbbek, azután az összetettek. A rendezés lehet hierarchikus jellegű: a szabályok egymástól való függésük szerint kerülnek sorba. Glaser térbeli elrendezési és kronológiai sorrendet is lehetségesnek tart.

A negyedik lépésben végül is egy szabálymátrixot szerkesztünk, amelyben az összes szabályok egymással kapcsolatba kerülnek. Ez annál is inkább lényeges, mert egyrészt éppen az egyik legfontosabb oktatási cél az, hogy a tanuló készséget szerezzen különböző szabályok közti



összefüggések felismerésére és megadására /az irodalomban gyakran ezt nevezik az anyag "megértésének"/, másrészt egyes szabályok között hasonlóság lehet, amely a tanulásnál nagyobb nehézségeket okoz.

Ezen matrix egyes skatulyáiba /Zelle/ kerülnek az összehasonlító jegyek. Az összehasonlító szempontok különbözőek lehetnek, pl. logikai összefüggések, hasonlóságok, stb.

Az ötödik és hatodik lépésben elkészülnek a példák és a program egyes lépéseinek sorozata. Ami a példákat illeti, ügyelni kell arra, hogy mindig legyen belőlük elegendő számmal a szabály általánosítására egyrészt, hogy annak teljes érvényességi területét lefedjék, másrészt, hogy más szabályoktól elegendő mértékben elhatároljuk. Ugyancsak ügyelni kell a példák komplex voltára; ne legyenek sem túl triviálisak, sem túl nehezek. Az utolsó lépésben azután elkészül az, amit általában röviden programnak szokás nevezni. A mátrix skatulyáit valamilyen alkalmasnak látszó sorrendbe állítjuk és a hozzátartozó kereteket /frames/ megírjuk.

### Matetika

Gilbert matetikája /1962/ egyrészt a tanulási célanalízis egyik eszköze, másrészt eszköz program szerkesztésére /Harless 1967/.

1./ A tanulási cél-analízis lényegében a következőket jelenti:

a./ A célul kitűzött magatartásmódokat elemekre bontja, hogy az analízis számára hozzáférhetőek legyenek. Minthogy itt nem az anyag didaktikai elemzéséről van szó, az amerikaiak erre a "job analysis" kifejezést használják, amelynél a "job" szóval a tanulónak a program befejezése utáni célnak megfelelő ill. teszt-szerű viselkedését jelölik. A tanulási cél ilyenféle tagolása magatartáselemekre lehet ugyan anyagorientációjú is, de nem kell, hogy feltétlenül az legyen. Míg a szokásos didaktika majdnem kizárólagosan anyagorientált /ez még a Glaser-féle Ruleg-eljárásból is kicseng/, a metetika teljesen újszerűen a magatartásmód-orientált-ságot követeli.

b./ További fontos momentum azon egyének ill. csoportok tanulási előfeltételeinek elemzése, akik számára a program készül. Minden tanuló hoz magával bizonyos magatartásmódokat a programba, mások pedig hiányoznak belőle. /Igy pl. az egyiknek kielégítő szóismerete van, másiknak vannak nyelvtani készségei./ A program sikere nem utolsósorban függ attól, hogy a program a tanulók által hozott magatartásmódhoz csatlakozik-e, vagy betöltetlen űrök maradnak.

2./ Tanulási előírás /learning prescription/:

Második lépésben feltüntetjük sematikusán a logikai lépéseket /Lernsequenzen/, melyek a kezdeti és a célmagatartást összekapcsolják. A tanulási lépések ebből következő sorozata az egységek három alaptípusát tartalmazza:

- a./ magatartás kapcsolatok /asszociációsorozat/,
- b./ többszörös diszkrimináció,
- c./ általánosítás.

Az első esetben /magatartás-kapcsolatok/ kézenfekvő gondolat az, hogy a tanítási folyamatot a végső magatartással kezdjük és hátrafelé haladva a kezdeti és a végső magatartás közti űrt töltjük ki. Ez a helyzet például akkor, amikor a nyelvtanítást nem magatartás-elemek megtanulásával kezdjük, hanem ezeket nagyobb /a tanulók által még értelemszerűen felismerhető/ elemekből hátrafelé haladva tárjuk fel. A második esetben /többszörös diszkrimináció/ különböző ingerekhez - melyeknek a tanulót kitesszük - a tanuló részéről különböző jól definiált reakciót kell rendelnie. Az inger-generalizáció /ez a harmadik típus/ két tanulási stratégiát von maga után: a tanulónak először meg kell tanulnia egy osztályon vagy egy fogalmon belül általánosítania; ez azt jelenti, hogy különböző ingerekre ugyanazzal a reakcióval válaszol. Ezután pedig a



tanulónak meg kell tanulnia azt, hogy ezt az osztályt /fogalmat/ az összes más osztályoktól ill. fogalmaktól meg tudja különböztetni /diszkriminálás/.

### Az R. Gagne-féle tipológia

A Gilbert-féle analitikus segédeszközöket Gagne /1965/ még differenciáltabbá tette és kiépitette. Az eredmény egy relative hatékony eszköz komplexebb emberi magatartás leírására és elemzésére. Gagne ennél nemcsak a három kategóriát használja fel /magatartás-kapcsolatok, többszörös diszkriminációk, általánosítás/, hanem elkezdi elemi magatartás-osztályokkal és végzi lényegesen komplexebb magatartás-osztályok hierarchikus felépítésével.

Megkülönböztet összesen hét ilyen magatartás-osztályt. Ezek a következők:

- 1./ Valamely differenciált reakció elsajátítása /ilyen pl. az idegen nyelv tanulásánál addig ismeretlen hangok kiejtése, egyelőre bármilyen jelentéssel való asszociáció nélkül. Előfeltétel természetesen az, hogy ezeket a hangokat más hasonló hangoktól már meg tudja különböztetni./
- 2./ Asszociációk elsajátítása.
- 3./ Azonosítások /identifikációk/ elsajátítása /pl. egy újonnan megismert osztály tanulóit egyenként név szerint megkülönböztetni, az egyes tanulókhoz a helyes nevet hozzárendelni. Gagne ezt a folyamatot nevezi

"multiple discrimination" névvel/.

4./ Magatartás-szekvenciák elsajátítása. /Gagné Gilberthez hasonlóan itt magatartásláncokról beszél./

5./ Osztályfogalmak elsajátítása. /Ennek Gilbert-nél körülbelül az általánosítás /generalizáció/ felel meg./

6./ Elvek és szabályok megtanulása. /Két vagy több fogalom összekapcsolása, vagy szabályszerűségek felismerése, amilyen pl. az elektromosságban a három-ujj-szabály./

7./ Stratégiák megtanulása. /Igy pl. stratégián értjük azt a műveletet, amikor a tanuló egy bonyolultabb, terjedelmes matematikai feladat megoldásához szükséges összes lépéseket megfelelő sorrendbe állítja./

Ennél a hét kognitív operációtípusnál nem egysíkon levő magatartásról van szó, hanem egy hierarchikus rendszerről. Gagné szerint ezzel a hierarchikus magatartásmodellel ill. ennek felhasználásával minden megformulázott és operációkra bontott magatartás-cél úgy analizálható és strukturálható, hogy az eredmény egyúttal a szóbanforgó tanulási folyamat tanuláselméleti koncepciója is."

Ezek a modellek Skinner és Crowder programozási rendszerével ellentétben már kísérletet tesznek a "középső tag" irányítására, a "fekete doboz" tartalmának megismerésére, vagyis az S-R kapcsolat belső tartalmának feltárására is.

Azt a kérdést, hogy a lépésekre tagolt tanítási-tanulási folyamat egyes lépéseinek kiinduló és befejező tagjának irányítása milyen mértékben biztosítja a középső tag irányítását, azaz a személyiség pszichikus folyamatainak és sajátosságainak alakítását, nem lehet a hatékony irányítás feladatát magára vállaló programozott tanításnál figyelmen kívül hagyni.

Ugyanis, ha irányítandó rendszernek tekintjük a tanulót, a programozott tanítás alapelvei értelmében ellenőriznünk kell mind a "bemenetet" /azaz a külső információt - tananyagot, feladatot, utasítás közlését - /, mind pedig a "kimenetet" /azaz a kimenő információt - a rendszerint fizikai cselekvésben megnyilvánuló tanulói választ, annak ellenőrzését stb./ és megfelelően hatni kell rá. Az irányított bemenet és kimenet alkotja a láncsor egyes elemeinek kiinduló és befejező tagját, amelynek "középső tagjául a bemenő információt kiemelő információvá alakító pszichikus folyamatok szolgálnak". /Landa/

A középső tag irányításának egzakt megoldására vonatkozó kutatások közül - gyakorlati eredményei alapján -



kiemelkedik a Galperin elméletén alapuló, az értelmi tevékenység szakaszos formálásának elvére épülő programozási munka.

## V. FEJEZET

### AZ ÉRTELMI CSELEKVÉSEK SZAKASZONKÉNTI KIALAKÍTÁSA ÉS A PROGRAMOZOTT TANÍTÁS

Ahhoz, hogy a programozott tanítást eredményesen kifejlesszük és gyakorlatilag megvalósítsuk, két feltételnek kell eleget tennünk:

- következetesen érvényesítenünk kell az általános irányításelmélet követelményeit;
- figyelembe kell vennünk a tanítás-tanulási folyamat
  - korszerű pedagógiai-pszichológiai elmélete által feltárt - specifikus törvényszerűségeit.

A programozott tanítás elméletében és gyakorlatában e két szempont - a kibernetikai és pedagógiai-pszichológiai szempont - szerves összekapcsolására van szükség.

A tanítás-tanulási folyamat általános irányításelméleti koncepciójával már foglalkoztunk. A következőkben az utóbbi időben jelentős érdeklődést kiváltó, leginkább egységes és újszerű tanuláselméleti koncepcióval, az értelmi cselekvések szakaszonkénti kialakításának elméletével ismerkedünk meg. Ez az elmélet a kísérleti gondolkodáslélektanból nőtt ki, Vigotszkij, Leontyev és Galperin pszichológiai kutatásaiban szintetizálódott.

Az elmélet alapvető tétele: hogy a tagolt gondolat, mint pszichikus folyamat külső tárgyakkal végzett manipulációja, a valóságos tárgyi cselekvés interizációjának, belsővé válásának eredménye - belső eszmei tervbe átvitt, belső beszéddé alakult tárgyi cselekvés. Vagyis minden megismerés alapja a tárgyi cselekvés, a külső materiális tevékenység, amelyből megfelelő szakaszokon - a cselekvés tervétől, a külső tárgyakkal, majd a hangos beszéd síkján végzett cselekvésen keresztül a belsővé válásig, a gondolati síkra való áttevődésig - áthaladva, alakulnak ki az értelmi tevékenység belső műveletei.

Az értelmi cselekvések szakaszos kialakítása mint az ismeretek elsajátítására vonatkozó elméleti koncepció alapvető kiindulási elve, összhangban áll a programozott tanítás általános elveivel.

Ezek az alapelvek megkövetelik a

- a fogalmak alapvető, lényeges ismérveinek pontos kiválasztását, azon műveletek /cselekvések/ kijelölését, amelyek a szóban forgó fogalom elsajátításához szükségesek;
- olyan információs rendszer bevezetését, amely biztosítja az adott rendszer műveleteinek hibátlan tanulói végrehajtását;
- az operatív ellenőrzéshez szükséges eszközök biztosítását.



E pszichológiai koncepciónak a tanulmányi folyamat programozásával kapcsolatos összefüggései, azok felhasználási és alkalmazási lehetőségei N.F. Talizina kutatásaiban realizálódnak.

N.F. Talizina a következőkben határozza meg az értelmi cselekvés szakszonkénti kialakítása alapján történő tanulmányi folyamat programozásánál szerepet játszó változókat.<sup>11</sup>

Mivel a tanítás-tanulás, a tanulók pszichikus megismerő tevékenységében mindig bizonyos változásokat eredményez, ezért /ahhoz, hogy hatékony, a tanítást-tanulást valóban irányító programokat állithassunk össze/ ezeket a változásokat - ha lehet - előre meg kell határoznunk.

1./ A tanítás-tanulás céljának meghatározása. Azt jelenti, hogy

a./ megadjuk azoknak az új megismerő cselekvéseknek a rendszerét, amelyeket az adott tantárgy tanítása-tanulása során ki kell alakítanunk.

A kialakítandó megismerő cselekvések szükségszerű sajátosságai: - maximális információkapacitás, minimális terjedelem;  
- önálló tanulói feladat-megoldás biztosítása.

b./ Megjelöljük azoknak a mutatóknak /pl. cselekvés gyorsasága, automatizáltsága, kombinálhatósága stb./ a rendszerét, amelyeket az a./ pontban jelölt cselekvéseknek a folyamat végén ki kell elégíteni;

- c./ Megjelöljük azoknak a fogalmaknak a rendszerét, amelyben az adott tantárgy tartalma tükröződik;
- d./ Megjelöljük a tanulók ismereteiben, jártasságai-  
ban és készségeiben bekövetkező változásokat.

Vagyis az irányítás optimalizálása érdekében előre meg kell határoznunk - az adott szakaszban - az ismeretek, jártasságok és készségek konkrét követelményrendszerét, a megismerő cselekvések rendszerével együtt.

- 2./ A tanulói megismerő tevékenység kiindulási szintjének meghatározása.

A tanulók kiindulási szintjét két tényező alapján kell értékelnünk.

- a./ Ellenőriznünk kell, hogy rendelkezik-e a tanuló azokkal a tartalmi és logikai ismeretekkel, amelyek az elsajátítandó ismeretek előzményéül szolgálnak, vagyis ismeri-e a fogalmakat, és különbséget tud-e tenni a fogalmak lényeges és lényegtelen, szükséges és elégséges fogalmi jegyei között.
- b./ Meg kell állapítanunk, hogy rendelkeznek-e a tanulók azokkal a megismerési cselekvésekkel /pl. azonosítási cselekvések/, amelyek az új ismeretek elsajátításának eszközéül szolgálnak.

- 3./ Az értelmi tevékenység specifikus és logikai cselekvési rendszerének meghatározása.

Az ember megismerő tevékenysége nemcsak fogalmak, képzetek rendszere, hanem bizonyos specifikus és

logikai cselekvések rendszere is. Amikor tehát a tanítás-tanulási folyamat programozásánál a tartalmat meghatározzuk, feltétlenül figyelembe kell vennünk az értelmi cselekvések műveleti oldalát is. Ezért:

- a./ kiemeljük az elsajátítás objektumaként azokat a specifikus elemeket /információs alapegységeket/, amelyekből a programozásra kerülő tananyagrészt alapfogalmi felépülnek;
  - b./ kiemeljük és az elsajátítás tárgyaként szerepeltetjük a megismerési cselekvések azon rendszereit, amelyek az értelmi tevékenység specifikus fajtáit /pl. a matematikai gondolkodást/ alkotják;
  - c./ megjelöljük a gondolkodás azon logikai eljárásainak rendszerét, amelyeket az adott program feldolgozása során el kell sajátítani;
  - d./ figyelembe vesszük a sorrend meghatározásánál, hogy nemcsak a tantárgynak van sajátos benső logikája, hanem a tanuló megismerő cselekvései kialakulásának is.
- 4./ Az információvétel adekvát eszközeinek biztosítása. Az értelmi cselekvések szakaszos formálásának elve szerint a tanár a tanulók cselekvésein keresztül irányíthatja az ismeretsajátítás folyamatát. Tehát az ismeretek elsajátításának /az információvételnek/ eszköze a cselekvés.



A cselekvések közül a harmadik típusu tájékozódási alapra támaszkodó cselekvéseket használjuk fel az elsajátítás eszközeként.

A tanítás-tanulás gyakorlatában két eset lehetséges:

- a./ vagy rendelkeznek a tanulók az értelmi cselekvések szükséges rendszerével;  
ilyenkor az irányításnak azt kell biztosítania, hogy az információvétel eszközeül épp a velük adekvát cselekvési rendszert alkalmazzuk;
- b./ vagy még nem alakult ki a szükséges cselekvési rendszer a tanulónál.

Ilyen esetben az ismeretek elsajátítási folyamatával egyidejűleg kell kialakítanunk azokat az új megismerő cselekvéseket, amelyek adekvátak a programozásra kijelölt tartalommal, valamint a tanulási céllal.

Igy a tanulók nemcsak ismereteket szereznek, hanem egyúttal elsajátítják az értelmi cselekvésnek azon műveleteit, amelyek az adott - program formájában feldolgozott - tudományterület gondolkodási eljárását, gondolkodási módszereit optimálisan tükrözik.

A feladat: ki kell dolgozni az információvétel adekvát eszközeit minden programozásra kerülő tantárgyi tartalomra vonatkozóan.

Miután röviden áttekintettük a programozásnál szerepet játszó változókat, rátérhetünk arra a lényegi kérdésre, hogy hogyan történik az elsajátítási folyamat programjának kidolgozása az értelmi tevékenység szakaszos for-

málása alapján.

A./ Az elsajátítási folyamat irányítási programjának összeállítási szempontjait a tanulási cél kitűzésénél megállapított ismeretek, jártasságok és készségek konkrét követelményrendszere határozza meg.

Ettől függ:

- hogy az ismeretek és megismerő cselekvések elsajátításának folyamata végigmegy-e az elsajátítási folyamat mind az öt szakaszán;
- az elsajátítás folyamata mennyi ideig marad egy-egy szakaszban;
- az adott szakaszban hány, és milyen feladat végrehajtására van szükség;
- a cselekvések milyen típusát használjuk fel az elsajátítás programjának kidolgozásánál.

Az elsajátítási folyamat szakaszaiban a megismerő cselekvési rendszer kialakítását különböző feladatok megoldásán keresztül irányíthatjuk. Ezért különböző típusú feladatokat kell beépítenünk az elsajátítás programjába.

Nevezetesen

- az ismeretek, jártasságok kialakítása céljából kiválogatott és a tanulók által elvégzett;
- a cselekvéssel való előzetes megismerést segítő és a tanár által végrehajtott; valamint
- a kitűzött tanulási cél végrehajtásának szintjét ellenőrző feladatokat kell a programba beilleszteni.

/Az ellenőrző feladatokat a cselekvésnek minden újabb sza-

kaszba való belépésénél, valamint a cselekvések kialakulásának végén is alkalmaznunk kell/.

Vagyis az elsajátítás programjának kidolgozásánál mindenekelőtt ki kell válogatnunk azt a feladatrendszert, amelynek alkalmazásával biztosítható az ismeretek és műveletek előirányzott minőségű elsajátítása.

B./ A továbbiakban az egyes szakaszokban külön-külön meg kell határoznunk az elsajátításra kerülő anyag egy-egy adagját jelentő feladatok számát.

1./ Az előzetes tájékozódás szakaszának helyes megszervezése - a programozásra kerülő anyag rendeltetésének, részeinek, specifikus sajátosságainak a kifejtését, valamint az adott anyaggal elvégzendő, a teljes tájékozási alapra épülő cselekvések bemutatását jelenti. Itt a feladatoknak még nincs szerepük.

2./ A cselekvés anyagi formájának elsajátításánál már nélkülözhetetlenek a feladatok. Kisérletek alapján, ha a cselekvés valemennyi elemét el kell sajátítani, kb. 8-9 feladat megoldására van szükség.

3./ A cselekvés külső nyelvi - vagy ezt eredményesen helyettesítő írásbeli - formájának elsajátításához rendszerint 5-6 feladat megoldása elegendő. Ebben a szakaszban a cselekvést vagy egészében, vagy elemenként alakítjuk ki.

4./ A cselekvés értelmi formája az előző szakaszhoz



hasonlóan alakul ki, elsajátításához rendszerint elegendő 6-7 feladat.

5./ A cselekvés gondolati szakasza már nem tagolódik külön műveletekre. Az ismeretekre és cselekvésekre a nagyfokú általánosíthatóság jellemző.

Az ismeretek és cselekvések általánosíthatóságához az alábbi követelményeknek kell eleget tennünk.

- Megjelöljük azokat a fogalmi jegyeket, amelyek szempontjából az általánosításnak meg kell történnie;
- ezeket a fogalmi jegyeket beillesztjük a cselekvés tájékozási alapjába;
- a feladatok rendszerében minden tipikus esetet szerepeltetünk, amely az általánosítás megadott határai között előfordulhat;
- többféle feladatot alkalmazunk attól függően, hogy milyen teljességgel tartalmazzák a megoldáshoz szükséges feltételeket.

C./ Az elsajátítási program kidolgozásához nélkülözhetetlen a kialakítandó ismeretek és cselekvések - A./ és B./ pontokban ismertetett feladatok alapján történő - algoritmikus előírásának kidolgozása. Ugyanis a tanulók az ismereteket, a jártasságokat és készségeket csak olyan, a feladatok meghatározott osztályának megoldására irányuló cselekvések formájában sajátíthatják el, amelyek szigorúan meghatározott rendben, azaz algo-

ritmikus előírás formájában követik egymást. Ez az algoritmikus előírás /lásd VI. fejezetet/ a tanulói tevékenységre vonatkozó összeállítás.

Milyen szempontok szerint végezzük el valamely algoritmikus előírás kidolgozását?

- Megállapítjuk, hogy a feladatok megoldásához kialakítandó cselekvések adekvátak-e a tanulási céllal /pl. fogalomalkotásnál a logikai és specifikus gondolkodási cselekvések adekvátak-e/, mert az algoritmikus előírás csak így lesz eredményes.
- Megjelöljük a cselekvéseken belül a tájékozódási műveletek sorrendjét, mert az algoritmikus előírásban a tanulóknak nemcsak a végrehajtási, hanem a szükséges tájékozódási műveletek sorrendjére is egyértelmű utasítást kell kapniuk. Ezen az alapon kidolgozott algoritmikus előírás biztosítja a feladat helyes megoldásán kívül annak megértését is.
- Figyelembe kell vennünk az előírás kidolgozásánál, hogy a kialakítandó cselekvés tájékozódási alapjának melyik típusára építünk.  
Második típusú tájékozódási alap esetén olyan műveleti rendszert írunk elő, amelynek elvégzése az adott feladat megoldásához vezet.  
Harmadik típusú tájékozódási alap esetén viszont általánosított jellegű műveleteket írunk elő, ame-

lyeket a tanuló konkretizál az adott feladat feltételei szerint.

- Olyan előírásokat kell összeállítanunk, amelyek a feladatok széles osztályának megoldására alkalmasak.

D./ Az elsajátítás folyamatának optimális irányítása megköveteli, hogy az algoritmikus előírásokban foglalt cselekvések végrehajtásáról az irányító rendszer folyamatos visszajelentéseket kapjon.

Ennek a visszacsatolásnak információt kell nyújtani a helyes, vagy helytelen végeredményről, valamint az elsajátítási folyamat menetének ellenőrzéséről. Vagyis a programnak biztosítani kell a cselekvés egészének ellenőrzésén kívül a műveletenkénti ellenőrzést is. Ez a műveletenkénti ellenőrzés lehetővé teszi, hogy információt szerezzünk arról, hogy

- azt a cselekvést hajtja-e végre a tanuló, amely a programban szerepel;
- helyesen hajtja-e végre;
- megfelel-e a cselekvés formája a megadottnak;
- általánosítás, összevontság, elsajátítottság szempontjából megfelelő minőségben alakul-e ki a cselekvés.

Igy a műveletenkénti ellenőrzésen keresztül irányítani, módosítani tudjuk az elsajátítási folyamatot - a folyamat közben -, ami által a végeredmény kialakulására is szabályozó hatással lehetünk.



A visszacsatolás metodikai lehetőségei közül Talizinnának a "kiválasztó módszerű" ellenőrzést ajánlják. A fogalmak kialakításánál az alábbi táblázat készítését javasolják:

fogalmi jegyek	a feladat sorszáma													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	+													
I.	-													
	?													
	+													
II.	-													
	?													
végző	+													
válasz	-													
	?													

A táblázat bal oldalán az ellenőrzendő fogalmi jegyek sorszámát tüntetjük fel /I., II., stb./. Feltüntetjük az egész feladatra vonatkozó választ /a végeredményt/ is. Elvben mindegyik művelet háromféle választ eredményezhet: a tárgyban megvan az adott fogalmi jegy /+/, nincs meg benne /-/, nem tudjuk, hogy megvan-e benne /?/. A végző válasznak ugyanez a három változata lehet.

Miután a tanuló az azonosítási algoritmusnak megfelelően ellenőrizte a fogalmi jegy meglétét, és tegyük fel - azt állapította meg, hogy megvan az adott tárgyban, elhelyezi a pontot a megfelelő kockába, tehát a + jel irányába. Ha helyes a válasz, akkor adott /pl. piros/ színre színeződik a pont, ha nem, akkor pedig más színre, pl. sárgára. Így ellenőrizhető minden egyes műveletnek, és így a végső válasznak is a helyessége.

A módszer előnye: - a fogalom alá foglалás logikai eljárásának, valamint

- a fogalomhoz nem tartozás logikai eljárásának elsajátításához is egyaránt felhasználható.

E./ A visszacsatolással lehetőségünk van az elsajátítási folyamat szabályozására. Az elsajátítási folyamatot "mértékadó jellemzőjén" - a cselekvések átalakításában /t.i. külső materializált, automatizálatlan formából belső értelmi, automatizált cselekvéssé alakítjuk/ érvényesülő sajátos logikán - keresztül befolyásoljuk.

Ez a módosító ráhatás olyan mértékű az adott folyamatra, mint amilyen mértékű a cselekvés eltérése az előre meghatározott algoritmizált menettől.

A tapasztalatok szerint, ha a programozás során az előzőekben ismertetett /A, B, C, D/ alapvető követelményeknek eleget teszünk, akkor a tanuló tevékenysége csak előre

számításba nem vehető, véletlenszerű tényezők következtében térhet el az előirányzott menettől.

Befejezésül megjegyezzük:

Bár a Szovjetunióban általában elfogadják az értelmi cselekvések szakaszos formálásának elméletét a programozott tanítás tanuláselméleti alapjaként, amely az asszociációs tanuláselméletek által meg nem oldott vagy figyelmen kívül hagyott úgynevezett "középső tag" céltudatos irányítására keres kielégítő megoldást; mégis sokan /Mencsinszkaja, Ljubiszkaja, Berg/ ellenzik azt, "hogyan ezt az elméletet a programozott oktatás univerzális elméleti alapjaként fogadjuk el" /Berg/.  
Miért?

A javasolt elmélet nem oldotta meg a motiváció kérdését /Berg/.

Az elmélet eltúlozza a cselekvés szerepét, hiszen van cselekvés nélküli megismerés is /Ljubinszkaja/.

A szakaszos elmélet az oktatási folyamatot bizonyos mértékben beszűkíti. Az oktatás tanári magyarázattal és a fogalmi jegyek kész átnyújtásával kezdődik, és befejeződik az interiorizált műveletek kifejlődésével. E folyamatot meg kellene előznie a fogalmi jegyek önálló keresésének, a megfelelően irányított megfigyelésnek.

Folytatódnia kellene pedig egy exteriorizációs folyamatban, az ismeretek változatos, komplex problémamegoldásokban való alkalmazásával.<sup>12</sup>



## VI. FEJEZET

### AZ ALGORITMIZÁLÁS ÉS A PROGRAMOZOTT TANÍTÁS

A matematikai módszerek széleskörű alkalmazásának és felhasználásának szükségessége - a modern tudományokra alapvetően jellemző tendencia.

A pedagógia tudománya sem maradhat érzéketlen - korszerűsítést és racionalizálást igénylő problémáinak megoldásánál - az egzaktságot jelentő módszereket illetően.

A matematikai módszerek alkalmazása valamely tudományterületen, amely ezeket korábban nem /vagy csak elszórtan/ használta fel, rendszerint merőben új eszmék felbukkanásával jár együtt. A pedagógiában ilyen új szemléletet<sup>1</sup> a tanítás-tanulás folyamatának, mint irányítási folyamatnak az értelmezése jelent<sup>1</sup>. Az irányítás folyamatait, amelyeket a kibernetika tárgyal, két aspektusban lehet tanulmányozni.<sup>13</sup>

1./ Az irányítás egész mechanizmusa az információgyűjtés, -átadás, -feldolgozás és -felhasználás folyamatain alapszik. Ezért az első szempont, amelyből a pedagógiai jelenségek tanulmányozhatók: az információgyűjtés, -átadás, -feldolgozás objektív törvényszerűségeinek vizsgálata a tanítás-tanulás folyamatában. Ehhez az információelmélet ad matematikai eszközt.

2./ Bár az információgyűjtés, -átadás, -feldolgozás és felhasználás az irányítás bármely folyamatának alapvető része, mégis minden konkrét rendszer a maga módján valósítja meg ezeket a folyamatokat. Ebből következik a kibernetikai vizsgálat második szempontja, az információfeldolgozás azon konkrét módjainak tanulmányozása, amelyeket a tanítás-tanulás folyamatában alkalmaznak. Erre a célra az algoritmus-elmélet és a matematikai logika adják meg a matematikai eszközt.

A tanítás-tanulás folyamatának ez a kibernetikai aspektusa tehát azt a kérdést tanulmányozza, hogy a gondolkodásunk kiindulópontját alkotó információ hogyan alakul át a tanuló ismeretévé, készségévé, az egyéniség tevékenységévé. A hogyan kérdésének egzakt elemzésénél viszont nem nélkülözhetjük az algoritmikus módszereket, mint a tanítási-tanulási folyamat hatékony irányításának eszközeit.

Következésképpen, ha a tanítás-tanulás folyamatát az általános irányításelmélet alapján értelmezzük, akkor az algoritmuselmélet fogalmi apparátusát, módszereit, az algoritmizálást e folyamat hatékony irányítását elősegítő programozott tanításnál sem nélkülözhetjük.

A programozott tanításnak éppen az biztosít rendkívüli jelentőséget, hogy először tűzte ki a neveléstudomány számára a pedagógiai folyamatok algoritmikus leírásának, pedagógiai folyamatok egzakt elemzésének feladatát.

### Az algoritmus fogalma

Ez a fogalom a matematikában alakult ki.

Az algoritmuson olyan pontos, egyértelmű leírást értünk, amely meghatározza, hogy elemi műveleteket milyen sorrendben végezzünk el ahhoz, hogy egy bizonyos osztályba tartozó feladatok bármelyikének eredményes megoldásához jussunk. A legismertebb ilyen racionális műveletsor a két természetes szám legnagyobb közös osztójának meghatározására szolgáló algoritmus.

Napjainkban már az algoritmus klasszikus fogalma kinőtte eredeti kereteit és általánossá vált. Nemcsak a matematika területén, hanem az ember szellemi és fizikai tevékenységeinek egyéb területén is algoritmusnak neveznek bármiféle szabatosan előírt eljárás matematikai modelljét.

A.A. Markov az algoritmusok legfontosabb jellemzőit, az algoritmusokra vonatkozó legfőbb követelményeket a következőkben határozza meg:

- Legyen határozott az algoritmus; nem engedhető meg, hogy bárki számára ne legyen egyértelmű. Ezt a követelményt olykor determináltságnak is nevezik: a folyamat mindegyik szakasza egyértelműen határozza meg a következőt.
- Legyen tömeges jellegű; különféle, bizonyos határok között variálható elemi feladatokra lehessen alkalmazni és így a feladatok egész osztályának /tipusának/ megoldására adjon lehetőséget.



- Legyen produktív; a benne előírt műveletek végrehajtása feltétlenül az adott osztályba tartozó feladatok megoldására vezessen.
- Olykor még egy követelményt említenek, az algoritmusok formális jellegét. Ez a sajátosságuk teszi lehetővé, hogy segítségével az adott osztályba tartozó feladatokat még olyanok is megoldják, akik a feladat tartalmából nem sokat értenek.

L.N. Landa az algoritmikus /feladatmegoldás folyamatában megtalálható/ módszerekkel kapcsolatban<sup>14</sup> kifejti, hogy

- az algoritmus bizonyos utasításokból áll, amelyek alapján meghatározott objektumokon, meghatározott műveleteket kell végrehajtanunk;
- az utasítások valamely végrehajtó rendszerhez /ez lehet ember vagy gép/ szólnak, amely rendszer az adott objektumon végrehajtja az előírt műveleteket;
- az utasításrendszerben foglalt műveletek hatására azok az objektumok, amelyekre a műveletek irányulnak, egyik /kiinduló/ állapotból a másik /vég-/ állapotba kerülnek.

Végeredményben megállapíthatjuk, ha a feladat megoldójánál az utasításrendszerbe foglalt minden egyes utasítás azonos szituációkban azonos műveleteket vált ki, vagyis egyértelműen determinálja a cselekvéseket, akkor az utasításrendszer algoritmikus.

Ha azonban valamelyik utasítás ilyen vonatkozásban kisebb vagy nagyobb fokú bizonytalansággal rendelkezik - tehát ugyanazon szituációban különböző cselekvéseket vált ki - , akkor az utasításrendszer nem algoritmikus.

Felhasználhatjuk a pedagógiában a felvázolt jellemzőkkel rendelkező algoritmusfogalmat?

Egyértelműen és közvetlenül semmi esetre sem. Ezért bevezetjük az algoritmikus jellegű előírások, röviden algoritmikus előírások fogalmát.

Miért van szükség erre a megkülönböztetésre?

- Azért, mert a matematikai algoritmus fogalmához két olyan követelmény - 1./ objektumok egyértelmű felismerhetősége,  
2./ az objektumokon elvégzendő műveletek véges számának rögzíthetősége -

kapcsolódik, amely a pedagógiában csak megközelítőleg teljesül.

- Azért, mert az algoritmikus jellegű előírások fogalma megenged olyan utasításokat, amelyek nemcsak formális, hanem értelmi műveleteket is igényelnek.

Ezzel ugyan lemondunk az átalakítási folyamat teljes formalizációját biztosító algoritmus fogalmáról, de megteremtjük a lehetőséget az elemi műveletek körének kiszélesítésére.

Az elemi művelet fogalma az irányítási rendszerekkel foglalkozó tudományterületeken, így a pedagógiában is, viszonylagos. A művelet elemi jellege ugyanis mindig az adott rendszer összetettségétől, strukturájától, fejlettségétől függ. Így pl. a tanítás-tanulás folyamatában valamely művelet, amelyik nem elemi jellegű volt a fejlődés egyik szintjén, elemivé válhat a fejlődés egy másik szintjén. Ezért azt a kérdést, hogy mikor elemi az adott művelet, adott rendszer számára, adott fejlődési szinten - kizárólag kísérleti úton lehet eldönteni.

- Ha az algoritmikus jellegű előírás utasításait az irányított rendszer egyöntetűen, helyesen végrehajtja, akkor az utasítás műveletei elemiek, az utasítás pedig algoritmikus előírás. Tehát az elemi műveleti jelleg kritériuma a determinált végrehajthatóság.
- Ha az irányított rendszer, a hipotézisként összeállított utasításrendszer műveleteit nem képes hibátlanul teljesíteni, akkor az utasításrendszer műveleteit /azok alsó és felső határainak kísérleti meghatározása alapján/ tovább kell bontani. Pontosán meg kell határozni az utasításrendszer műveleteinek tagoltsági fokát.

A műveletek elemi jellege és tagoltsági fokának problémája a programozott tanítás esetében mint a programok "lépésméretének" problémája jelentkezik.



L. N. Landa szerint: "ahhoz, hogy a programozott oktatás helyes és hatékony legyen, pontosan ismerni kell az ismereteknek és műveleteknek fejlettségi szintjét azoknál a tanulóknál, akik számára programozzák a tananyagot és a megfelelő tevékenységet; ismerni és elemezni kell, mi az, amit tudnak és mi az, amit nem tudnak, a fejlődés adott szintjén mely műveletek elemiek a számukra. Ez az analízis, mely hipotézisek alkotását és precíz pszichológiai kísérleteket is magában foglal, meghatározza azt a "tagoltsági fokot" is, amelyet az összetett folyamatok elemi műveletekké bontásakor el kell érünk."<sup>15</sup>

Milyen kritériumok alapján lehet megállapítani a programozott tanítás lépéseinek nagyságát?

Ezeket a kritériumokat gyakran formális kritériumoknak tekinthetjük, amelyeket a tananyag formális sajátosságai alapján egyértelműen meghatározhatunk. Az elemi művelet viszonylagossága viszont ellentmond fenti kijelentésünknek. /Hiszen ugyanabban az elemi műveletben foglalt információadag, ugyanaz a lépés amíg az egyik tanulóknak optimális lehet, addig a másik tanulóknak nagy, a harmadiknak pedig kicsi, aszerint, hogy milyen szintű a fejlettsége, hogy milyen mértékben alakultak ki az értelmi és fogalmi műveletei./

Ha a lépésnagyság meghatározásának nem lehetnek formális

kritériumai, akkor mi alapján határozzuk meg a programozásra kerülő tananyagrészt lépéseinek terjedelmét?

- Speciális diagnosztikus teszt-feladatok segítségével tisztázzuk a tanuló kiindulási színvonalát, és ehhez a színvonalhoz meghatározzuk az átlagos lépésnagyságot.
- A kiindulópontként szolgáló átlagos lépésnagyságot a tanulói elsajátítási folyamat jellegének és az egyéni sajátosságoknak megfelelően megváltoztatjuk.

Visszatérve - a pedagógia területére kiterjesztett - algoritmus fogalom jellemzőinek további vizsgálatára, megállapíthatjuk, hogy az algoritmikus előírás utasítás-rendszere önmagában még nem jelenti valamely feladat megoldását. Csak az előírásban foglalt műveletrendszer elvégzése, az algoritmikus folyamat végrehajtása biztosíthatja a feladat megoldását.

Tehát az algoritmikus folyamat fogalmán

- egyrészt adott folyamaton ismert algoritmus alkalmazását,
  - másrészt /Lapunov szerint/ adott folyamathoz hozzárendelhető, algoritmikusan leírható előírást értünk.
- Ahhoz, hogy az algoritmikus folyamatokat kellő mélységben megismerhessük, hogy feltárhassuk szerkezetének strukturáját és meghatározhassuk "tagolási szintjét", a folyamatot célszerű leírni.

Algoritmikus folyamatokat leírhatjuk:

a./ szóbeli utasításrendszer segítségével. A szóbeli utasításrendszer az ismeretszerzési folyamat variációiból kiemelt empirikus modell.

b./ Lapunov - Sesztopal féle szimbolikus operátor-séma segítségével. Az operátor vagy logikai séma valamilyen feltételektől függő cselekvési mozzanatok variációit szimbolizáló utasítás, amely feltételezi a vizsgált folyamat elemi aktusokra /műveletekre/ tagolását. Az operátor-séma logikai feltételekből, operátorokból és a végrehajtási sorrendet jelölő számozott nyilakból áll.

- Az ember cselekedeteit ítéletek előzik meg illetve követik. Ennek alapján döntjük el, hogy mit cselekedjünk. Ezek a logikai feltételek. Jelölésük: a, b, c,...
- A logikai feltételektől függő cselekedeteket /elemi műveleteket/ operátoroknak nevezzük. Jelölésük: A, B, C,...
- Az irányító nyilak a tevékenység sorrendjére utalnak. Jelölésük:  $\uparrow^1$  .....  $\downarrow^1$

c./ Gráfdiagram segítségével. A gráfsémában valamilyen algoritmikusan leírható folyamat operátorait és logikai feltételeit rögzítjük a gráfelmélet azon megállapítása alapján, hogy "ha bármely tudományban bizonyos objektumokat /pl. cselekvéseket/ és bizonyos közöttük fenn-



álló relációkat vizsgálunk, akkor vizsgálatunk eredményét diagramban, az ugynevezett gráfsémában foglalhatjuk össze".

- A logikai feltételeket /a, b, c/ -vel,
- az operátorokat /A, B, C/ -vel,
- a logikai feltételektől függő relációkat pedig nyilakkal, teljesülésüket /+/, nem-teljesülésüket /-/ jelöljük.

Az algoritmikus típusú előírásokkal kapcsolatban még egy probléma vár kielégítő elemzésre.

Milyen típusú algoritmikus előírásokat különböztethetünk meg a tanítás-tanulás folyamatában?

A kérdés komplexitása megkívánja, hogy először az általános irányításelmélet szerint értelmezett algoritmusok osztályozásával foglalkozzunk.

Az általános irányításelmélet algoritmusait célszerű az irányítás típusai, valamint az algoritmus alkalmazási célja alapján csoportosítani.

Az irányítás típusa szerinti osztályozásnál két alapeset lehetséges:<sup>14</sup>

- 1./ Ha az irányító rendszer rendelkezik az adott irányítási folyamat irányításához szükséges minden információval /teljes információ alapján történik az irányítás/, akkor a folyamathoz előre szerkeszthető, vagy hozzárendelhető  
a./ a funkcionális algoritmus, vagy

b./ az irányítási algoritmus.

a./ A funkcionális algoritmus az az algoritmus, amely alapján adott rendszer munkája megvalósul, minden kiegészítő irányítás nélkül.

b./ Ha a rendszer funkcionális algoritmusát nem tudja teljesíteni /pl. zavaró ráhatás következtében/, akkor egy magasabb szintű rendszer irányító ráhatására van szükség, amelynek algoritmusa az irányítási algoritmus. /A funkcionális és irányítási algoritmusok viszonylagosak./

2./ Ha az irányító rendszer nem rendelkezik a folyamat irányításához szükséges információval /pl. ismeretlen az irányítandó objektum strukturája, ismeretlenek az objektumok átalakításához szükséges műveletek stb., vagyis az irányítás részleges információon alapul/, akkor ezt az algoritmust az irányítási folyamat közben kell megtalálni. Ezért olyan algoritmust kell kialakítanunk, amelynek segítségével más algoritmusok felfedezhetők: ezek a keresési algoritmusok. A keresési algoritmusok előre nem szerkeszthetők meg.

Az algoritmusok osztályozásának másik szempontja az algoritmus alkalmazásának célja.

Ennek alapján megkülönböztetünk átalakítási és felismerési algoritmusokat.

Ha az algoritmus alkalmazásának végeredménye egy ítélet lesz arról, hogy az  $/x/$  kiinduló objektum milyen  $/A/$  osztályba tartozik  $/x \in A/$ , akkor az adott algoritmus felismerési algoritmus.

Ha az algoritmus végeredménye ezt a kritériumot nem elégíti ki, akkor átalakítási algoritmusról beszélünk.

A két algoritmus kapcsolata: a felismerési algoritmusok tartalmazhatnak átalakítási műveleteket, az átalakítási algoritmusok pedig felismerési műveleteket.

Ez egyben azt jelenti, hogy minden - pl. a tanítás-tanulás folyamatában az ismeretek, jártasságok és készségek elsajátítására vonatkozó - átalakítás magába foglalja a valamihez  $/osztályhoz/$  való tartozás felismerését is. Ha ezt a felismerésre irányuló műveletsort nem végezzük el, akkor az átalakítást sem realizálhatjuk.

Az általános irányításelmélet lényeges algoritmusainak rövid áttekintése után rátérhetünk a tanítás-tanulás folyamatában fellelhető algoritmikus típusú előírások csoportosítására.

A tanítás-tanulás folyamatára vonatkoztatva megkülönböztethetünk:

- A./ olyan algoritmusokat, amelyeket a tanulók használnak a különböző tanulmányi feladatok megoldásához;
- B./ olyan algoritmusokat, amelyek a tanár cselekvéseit /vagy az oktatási program utasításait/ határozzák meg.



Az előbbi algoritmus oktatásának, az utóbbit az oktatás algoritmusának fogalmával jelölhetjük.

Az algoritmikus típusú előírások merev szétválasztása nem helyes, mert az első típus ténylegesen a másodiknak alkotórésze. A tanulóknak adandó előírásokat ugyanis felfoghatjuk úgy is, hogy a tanár - a tanulói tevékenységet meghatározó utasításrendszer által - hajtja végre a műveletek azon rendszerét, amelyeket számára - bizonyos didaktikai feladatok megoldásához - az oktatás algoritmusára előir.

Az algoritmusok oktatásának /A/ két tipikus esetével részletesen kell foglalkoznunk.

Az egyik esetben azért alkalmazzuk az algoritmikus típusú előírásokat, hogy kialakítsuk a tanulóknak a megismerési tevékenység /gondolkodás, emlékezés, figyelem stb./ bizonyos eljárásait. Itt az algoritmusok az elsajátítás tárgyai, az oktatás tartalmához tartoznak, azaz átalakítási algoritmusok.

A másik esetben az algoritmikus típusú előírások az elsajátítás eszközeit jelentik. Az elsajátítás tulajdonképpeni tárgyát itt különböző ismeretek alkotják. Mivel ez utóbbiak elsajátításához a tanulóknak végre kell hajtaniuk bizonyos cselekvéseket /pl. felismerni az adott osztályhoz tartozás jegyeit/, szükség van olyan előírásra, amely tartalmazza azoknak a végrehajtandó műveleteknek a sorrendjét, amelyek az objektumok átalakítását eredményezik. Itt az algoritmikus típusú

előírások az elsajátítás eszközei, azaz felismerési algoritmusok.

"A tanítás-tanulás folyamatában e két eset gyakran egybeesik azért, mert az ismeretek elsajátításának eszközüül szolgáló cselekvések /s ezáltal a megoldásra való alkalmazásuk algoritmusai is/ rendszerint egyúttal az oktatás céljának tartalmába is beletartoznak."

/N.F. Talizina/

Tehát az algoritmus oktatása olyan program oktatása, amelyből a tanuló útmutatást kap afelől, hogy a különböző műveleti eredményektől függően milyen műveleteket végezzen a műveleti objektumokkal. Az ugynevezett algoritmus oktatása fogalmához tartozó algoritmusok pedig két csoportra bonthatók - az irányításelmélet analógiájára - a felismerési és az átalakítási algoritmusokra.

Az oktatás algoritmusai /B/ a tanuló irányítására szolgáló programok, amelyekben a tanár műveletei az operátoroknak, a tanuló műveleteinek eredményei pedig a logikai feltételeknek a szerepét töltik be. Az oktatás algoritmus a olyan program, amelyből a tanár útmutatást kap arra vonatkozóan, hogy a tanuló különböző műveleteitől függően milyen műveleteket végezzen.

L.N. Landa szerint a programozott tanításban az oktatási program mindig valamilyen oktatási algoritmus, amely vagy algoritmusokra, vagy nem algoritmusokra tanítja a tanulókat. Következésképpen a programozott tanításhoz

feltétlenül hozzátartozik az oktatási algoritmus, annak alapproblémája; de ez nem zárja ki - sőt a jó programozott tanítási rendszer meg is követeli - az algoritmusok oktatását is.

E kérdéssel kapcsolatban megjegyezzük: az automatikus irányításelmélet egyik alaptétele szerint, ha adott irányítási folyamatnak meg lehet szerkeszteni az algoritmusát, akkor azt automatizálni is lehet.

A tanítás-tanulási folyamat teljes irányításánál ez a tétel azt jelentené, hogy az egész komplex folyamatra univerzális algoritmust kellene szerkesztenünk. Ez viszont elvi lehetetlenség! Az irányítás a tanítás-tanulás folyamatában nem juthat el a teljes automatizáltságig. Ez azonban nem ment fel bennünket az alól, hogy hatékony programokat dolgozzunk ki a folyamat irányítására, vagyis programozzuk a tanulmányi folyamatot. Más szóval: a tanítás-tanulási folyamat programozása és algoritmizálása nem azonos egymással.

Gyaraki F. Frigyes e kérdéssel részletesen foglalkozó tanulmányában<sup>16</sup> megállapítja: "... az algoritmusok szerepe általánosabb, mint az oktatás programozása, vagy esetleg gépesítése." Ezt úgy értjük, hogy a megtanulandó algoritmusok és méginkább a tanár munkáját szervező tanítási algoritmusok /eddigiekben oktatási algoritmus/ az oktatás hagyományos formáinak is elemei, és nem jelentenek az eddigi értelemben vett programo-



zott, vagy gépesített oktatást, míg az utóbbiak elképzelhetetlenek az algoritmusok valamelyikének kidolgozása nélkül. Természetes, hogy a jó programkészítő /éppúgy, mint a jó tanár/ akkor is tudatosult algoritmusok szerint készíti a programot, vagy oktat, ha erről munkája közben esetleg nem is vesz tudomást. Abban a pillanatban pedig, amikor programkészítési módszeréről vagy tanítási módszeréről beszélni kezd, akarva, nem akarva, algoritmusokban kezd gondolkodni."

Az algoritmikus típusú előírásokkal foglalkozó fejezetünk nem volna teljes, ha nem kísérelnénk meg néhány konkrét példán keresztül az algoritmusok felhasználásának lehetőségeit bemutatni.

A./ Soros kapcsolású rezgőkörökkel kapcsolatos számítási feladat megoldási algoritmus.

B./ Vevőkészülék érzékenysége mérési algoritmusának oktatása.

C./ Az Al-Cu ötvözet állapot-ábra hűlési görbék alapján történő felvételének algoritmus.

A./ Soros rezgőköri feladat:

1.

Egy soros rezgőkör az alábbi adatokkal van meghatározva:

$R = 0,2 \text{ kohm}$ ,  $L = 0,05 \text{ H}$ ,  $C = 0,3 \mu\text{F}$ ,  $U = 110 \text{ V}$  és  $f = 1 \text{ kHz}$ . Határozd meg a rezgőkörben folyó áramerősség értékét!

## 2. A feladatmegoldás algoritmikus leírása.

### 2.1. Gráf-séma alkalmazásával.

Ahhoz, hogy a feladatmegoldás problémáját gráf-séma formájában le tudjuk írni, az alábbi logikai feltételeket és operátorokat használjuk:

Logikai feltételek:

- a - az SI mértérendszerbeni alapegységek megléte;
- c - az impedancia ismerete  $/Z/$ ;
- d - a reaktív ellenállások ismerete  $/X_L$  és  $X_C/$ ;
- f - a körfrekvencia ismerete  $/\omega/$ .

Operátorok:

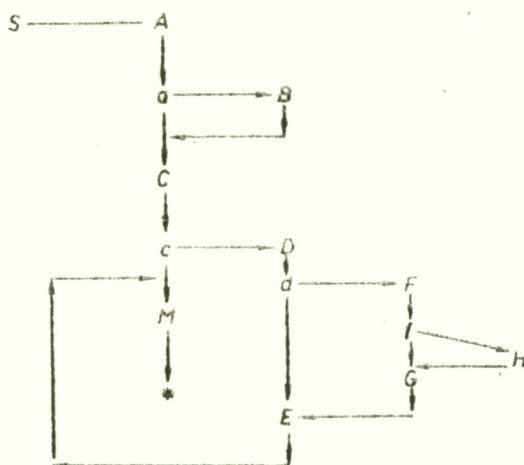
- A - Vizsgáld meg, hogy az adatok mértékegységei az SI mértérendszer alapegységeiben vannak-e megadva!
- B - Az adatokat fejezd ki a SI mértérendszer alapegységeiben!
- C - Vizsgáld meg, ismert-e az impedancia értéke!
- D - Vizsgáld meg, az adatok tartalmazzák-e a reaktív ellenállások  $/X_L$  és  $X_C/$  értékeit!
- E - Határozd meg az impedancia értékét  $/Z = \sqrt{R^2 + /X_L - X_C/^2}/$ !
- F - Vizsgáld meg, az adatok tartalmazzák-e a körfrekvencia értékét!
- G - Határozd meg a reaktív ellenállások értékét!  
$$X_L = \omega \cdot L; \quad X_C = \frac{1}{\omega \cdot C}$$
- H - Határozd meg a körfrekvencia értékét!  $/\omega = 2\pi \cdot f/$

M - Ohm törvénye alkalmazásával határozd meg az áramerősséget /  $I = \frac{U}{Z}$  /

A fenti logikai feltételek és operátorok alkalmazásával a feladatmegoldás gráf-sémája:

S a feladat,

x a munka befejezésének jele.



1. ábra

Mivel a fenti algoritmusnak 4 logikai feltétele van, a műveletek kombinációja 16 féleképpen függ a logikai feltételek kombinációjától:



A logikai feltételek értéke				A műveletek sorrendje
a	c	d	f	
1	1	1	1	ACM
0	1	1	1	ABCM
1	0	1	1	ACDEM
1	1	0	1	ACM
1	1	1	0	ACM
0	0	1	1	ABCDEM
1	0	0	1	ACDFGEM
1	1	0	0	ACM
0	1	0	1	ABCM
0	1	1	0	ACDEM
1	0	1	0	ACDEM
0	0	0	1	ABCDFGEM
0	0	1	0	ABCDEM
0	1	0	0	ABCM
1	0	0	0	ACDFHGEM
0	0	0	0	ABCDFHGEM

A fenti 16 variáció közül 4 többször is ismétlődik, ezért lényegében a műveletek 8 sorrend szerint végezhetők el. Ugyanis például, ha "a" és "c" logikai feltételek teljesülnek, akkor lényegtelen, hogy "d" és "f" logikai feltételek teljesülnek-e vagy sem.

## 2.2. Lapunov és Sesztopal eljárásával.

A 2.1. pontban alkalmazott logikai feltételek és operátorok alkalmazásával az algoritmus logikai sémája operátori alakban az alábbiak szerint írható le:



## 2.3. A feladat megoldása algoritmussal.

Az 1. pontban szándékosan olyan feladatot tűztünk ki, amelynél a 4 logikai feltétel egyike sem teljesül és így a műveletek sorrendjében a legtöbb operátor szerepel, tehát a sorrend: ABCDFHGM.

A - az adatok mértékegységeit vizsgálva megállapítható, hogy azok nem az SI mértékrendszer alapegységeiben vannak megadva, tehát

a - logikai feltétel nem teljesül.

B - Az adatokat kifejezzük az SI mértékrendszer alapegységeiben:

$$R = 0,2 \text{ kohm} = 200 \text{ ohm}$$

$$L = 0,05 \text{ H} = 5 \cdot 10^{-2} \text{ H}$$

$$C = 0,3 \mu\text{F} = 3 \cdot 10^{-7} \text{ F}$$

$$U = 110 \text{ V}$$

$$f = 1 \text{ kHz} = 10^3 \text{ Hz}$$

C - Megvizsgáljuk, ismert-e az impedancia:

c - Nem! Tehát a logikai feltétel sem teljesül.

- D - Keressük a reaktív ellenállások értékeit,  
d - nem találjuk!  
F - Keressük a körfrekvencia értékét,  
f - nem találjuk!  
H - Meghatározzuk a körfrekvencia értékét:

$$\omega = 2\pi \cdot f = 6,28 \cdot 10^3 \text{ Hz}$$

- G - Meghatározzuk a reaktív ellenállások értékét:

$$X_L = \omega \cdot L = 6,28 \cdot 10^3 \cdot 5 \cdot 10^{-2} = 314 \text{ ohm}$$

$$X_C = \frac{1}{\omega \cdot C} = \frac{1}{6,28 \cdot 10^3 \cdot 3 \cdot 10^{-7}} = \frac{10^4}{18,84} = 530 \text{ ohm}$$

- E - Meghatározzuk az impedanciát:

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} = \sqrt{200^2 + (314 - 530)^2} = \sqrt{86600} = 294 \text{ ohm}$$

- M - Ohm törvénye alkalmazásával meghatározzuk az áram-  
erősséget:

$$I = \frac{U}{Z} = \frac{110}{294} = 0,375 \text{ A}$$

és ezzel befejeztük a feladatot.



B./ A vevőkészülék érzékenysége mérése

A mérést a szöveges utasítás az alábbiak szerint írja le:

"Hangoljuk le a szignálgenerátort a mérés frekvenciájára, 500 kHz-re. Ehhez állítsuk a körzetkapcsolót "A" körzetre, a frekvenciaskálát 500 kHz-re.

Következik a rádiófrekvenciás szint és a modulációs százalék beállítása. Az "RF - MOD" kapcsolót állítsuk "RF" állásba és a szintszabályozót forgatva a szintmérő műszeren 1 V feszültséget állítsunk be. Ezután az "RF - MOD" kapcsolót "MOD" állásba kapcsoljuk, a modulációs frekvencia kapcsolóját pedig 400 Hz-re állítsuk. A modulációs mélység szabályozásával állítsunk be a szintmérőn 30%-ot.

A szignálgenerátor feszültségosztóját az érzékenység várható értékének megfelelően 30  $\mu$ V-ra állítsuk be.

Ezután a vevő hangerőszabályozójának maximális állása mellett hangoljuk a vevőt az 500 kHz környezetében úgy, hogy a kimenetére kapcsolt hangfrekvenciás csővoltmérő maximumot mutasson."

Ez az első művelet sor, amely két rész-művelet sorra tagozódik, a két mérési objektum miatt. A második rész-művelet sor az első eredményére épül, és csak akkor hajt-

ható végre, ha az elsőt elvégeztük. Logikailag  $A \longrightarrow B$  típusú a kapcsolat.

Az első rész-művelet sor algoritmusának szimbolikus operátor-sémája és gráf-sémája:

A mérési frekvencia beállítása a szignálgenerátoron:

Operátorok:

- A = a körzetkapcsoló beállítása "A" körzetre,
- B = a frekvenciaskála beállítása 500 kHz-re,
- C = a moduláció bekapcsolása 400 Hz-re,
- D = a "RF" jelszint ellenőrzése,
- E = a modulációs szint ellenőrzése,
- F = a "RF" korrekció végrehajtása,
- G = a "MOD" korrekció végrehajtása,
- H = a kimeneti osztó beállítása 30  $\mu$ V-ra.

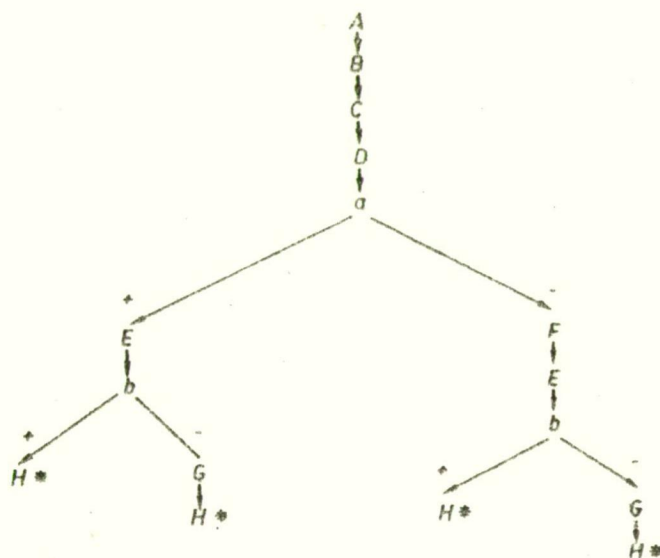
Logikai feltételek:

- a = a szintmérő műszer "RF" méréskor 1 V-t mutat,
- b = a szintmérő műszer "MOD" méréskor 30%-ot mutat.

Az első rész-művelet sor operátor-sémája:



és gráf-sémája:



2. ábra

A második rész-művelet sor, a vevő ráhangolása a generátor jelére, ugyancsak tartalmaz logikai feltételt. Szabatos előírásban úgy nem adhatunk utasítást, hogy "az 500 kHz környezetében keressen maximumot".



Meg kell adni, hogy a meghatározott pont körül milyen intervallumban hangoljon.

A második rész-művelet sor felírása szimbolikus alakban:

Operátoros sémával:

Operátorok:

A = a hangerőszabályozó beállítása maximumra,

B = a skála beállítása 500 kHz-re,

C = a skálamutató jobbra-balra forgatásával meggyőződni,  
hogy a műszer maximális kitérést mutat-e

Δ elhangolás  $\begin{smallmatrix} + \\ - \end{smallmatrix}$  kHz :/

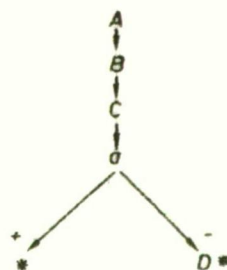
D = az utánállitás elvégzése a műszer maximumára.

Logikai feltétel:

a = a műszer maximális kitérést mutat.

ABC    a  $\begin{smallmatrix} \uparrow \\ \downarrow \end{smallmatrix}$  \*  $\begin{smallmatrix} \uparrow \\ \downarrow \end{smallmatrix}$  D \*

Gráf-sémával:



3. ábra

Az első műveletsor algoritmus utasításában tehát három olyan logikai feltétel teljesülésére kell felhívni a figyelmet, melyek annak eredményes végrehajtásához szükségesek.

A műveletsor végrehajtásánál az alábbi indikátor jelzésekre kell különösen ügyelni:

- a szignálgenerátor szintmérő műszere a mérés folyamán ingadozhat. A szint megváltozása esetén az utánállítást mindig el kell végezni.
- A vevő hangolásakor fennállhat a hamis hangolás lehetősége. Kétpupú hangolási görbe esetén mindig a nagyobbik maximumra kell állni.
- A hangolási folyamat állandó auditív ellenőrzése. A hangszóróból a 400 Hz-es hangnak állandóan hallatszani kell. A hangerő a hangolással egyidejűleg változik.

## AZ ELSŐ MŰVELETSOR ALGORITMIKUS UTASÍTÁSA

### 1./ A mérési frekvencia beállítása

#### 1.1. A szignálgenerátoron

a./ a körzetkapcsolót állítsd

az "A" körzetre!

b./ a frekvenciaskálát

állítsd be 500 kHz-re!

c./ Az RF-MOD átkapcsolót kapcsolj RF állásba és figyeld

a szintmérőt —————> ha a szintmérő

1 V-on áll,  
térj át az e./  
pontra!

Ha ettől eltérő  
értéket mutat,  
hajtsd végre a

d./ pont

d./ A RF szintszabályozóval állítsd a szintmérő műszert 1 V-ra!

e./ Az RF-MOD átkapcsolót kapcsolj MOD állásba és figyeld

a szintmérőt —————> ha a szintmérő

30 %-ot

mutat, térj át  
a g./ pontra!

Ha ettől eltérő  
értéket mutat,  
hajtsd végre

az f./ pont

f./ A modulációs  
százalék szabályozó-

Figyelem!

mérés közben  
minden körzet-  
váltás és frek-  
vencia átállítás

után figyelj  
a szintmérőre!

Ha nem áll

1 V-on, hajtsd  
végre a

korrekciót a

d./ pont szerint!



val állítsd be úgy  
a modulációt, hogy  
a szintmérő

30 %-ot mutasson!

g./ A kimeneti feszült-  
ségsztó fokozat-  
kapcsolóját állítsd  
X 10  $\mu$ V-ra,  
folyamatos szabályo-  
zóját

3-as állásba!

1.2. A vevőkészüléken

a./ A hangerőszabályozót  
állítsd maximumra!

b./ A skálát állítsd be  
500 kHz-re!

c./ Mozgasd a skála-  
mutatót +, majd

- irányban és figyeld

a csővoltmérőt  $\longrightarrow$  ha mindkét irá-  
nyú elhangolás-  
ra a feszültség-  
szint csökken,  
állj az  
500 kHz-re!  
Ha valamelyik

Figyelem!

Ellenőrizd,

hogy nem két-  
pupú-e a hango-  
lási görbe!

Hangolj el

mindkét irány-

ban  $\pm$  10 kHz-et

és ha két maxi-

		mumot kapsz, a
	irányban a fe-	nagyobbikra
	szültség növekszik,	hangolj!
	hajtsd végre a	
	d./ pont alattit!	
d./ A növekvő	←	
szint irányában		Figyelem!
hangold a vevőt		A vevőnek a jelre
maximumra!		való ráhangolása-
		kor ellenőrizd és
		kisérd figyelemmel
		a 400 Hz-es
		hang meglétét és
		változásait!

Az első művelet sor algoritmikus utasításában látható, hogy három rovaton /: irányon:/ vezettük le a teljes művelet sort. Az első a főrovat /: főirány:/, a cselekvések végrehajtását alapvetően ez határozza meg. A második rovat mellékrovat /: mellékirány:/, melyre a nyíl olyankor vezeti rá az algoritmus végrehajtóját, mikor a művelet sor elágazási ponthoz ér. A rovat közli a szükséges logikai feltételt és ennek teljesülésétől függően irányít tovább. A harmadik rovatra a "Figyelem" felhívás irányítja az algoritmus végrehajtóját. Ez a rovat tartalmazza - a kritikus művelettel egy vonalban - azokat az esetleges jelzéseket, információkat, melyek az algoritmustól eltérő cselekvéseket kívánhatnak meg és amelyekre fokozott figyelmet kell fordítani a mérés során.

C./ Al-CU ötvözet állapotára hűlési görbék alapján való felvételének algoritmikus leírása.

Megjegyzés:

Az állapotára 50 % ötvözőig veendő fel kb. 1%-onként hűlési görbe változatokkal.

I. A szóbeli leírás.

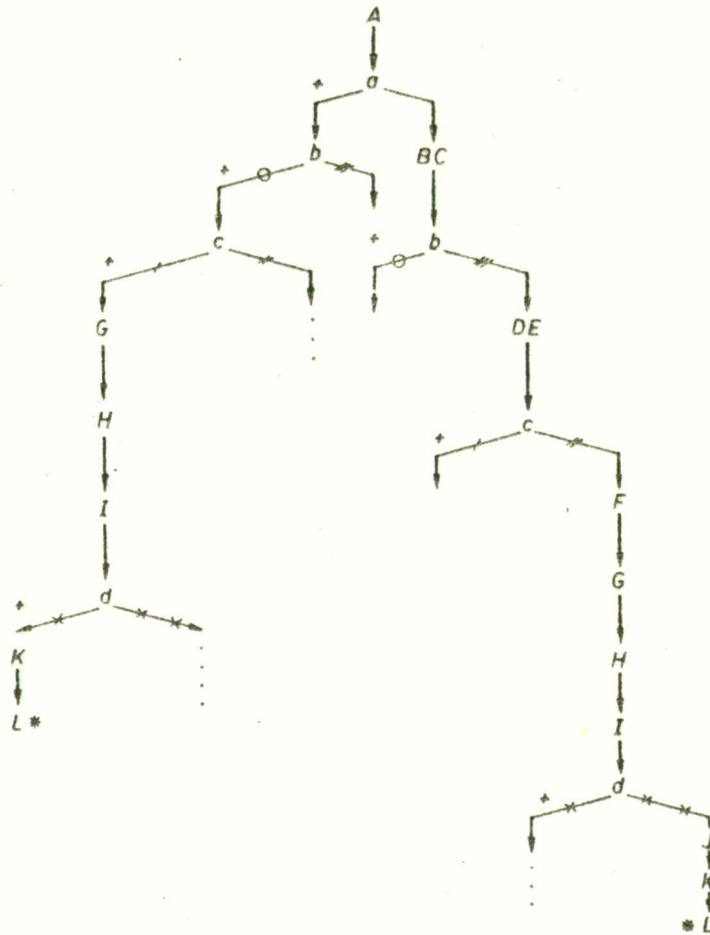
- 1./ Rendezd a rendelkezésre álló hűlési görbéket az ötvöző %-os növekedésének megfelelően! /A/
- 2./ Ellenőrizd, hogy valóban kb. 1%-onkénti-e a hűlési görbéknél az ötvözőanyag emelkedése!  
Ha ez kb. 1%-os, akkor térj át az 5. utasításra! /a/  
Ha kevesebb, akkor térj át a 3. utasításra!  
Ha több, akkor térj át a 4. utasításra!
- 3./ Vedd fel a szükséges összetételű ötvözetek hűlési görbéit! /B/
- 4./ Emeld ki a felesleges hűlési görbét vagy görbéket, mint szükségtelent! /C/
- 5./ Ellenőrizd a 0-50 % ötvözőanyag-tartalmú intervallum szükséges hűlési görbéinek a meglétét!  
Ha a szükséges mennyiségű hűlési görbe rendelkezésre áll, akkor térj át a 8. utasításra! /b/  
Ha kevesebb, akkor térj át a 6. utasításra!  
Ha több, akkor térj át a 7. utasításra!



- 6./ Vedd fel a hiányzó hűlési görbét 1%-onkénti növekvő ötvözőösszetétel mellett! /D/
- 7./ Emeld ki az 50 % ötvöző feletti hűlésgörbét, mint szükségtelent! /E/
- 8./ Ellenőrizd, hogy azonos mértékegységeket alkalmaztak-e a hűlési görbék felvételénél a hőmérséklet jelölésére /csak  $^{\circ}\text{C}$ /! /c/
- Ha igen, akkor térj át a 10. utasításra!
- Ha nem, akkor
- 9./ Írd át az egyéb  $^{\circ}\text{F}$ ,  $^{\circ}\text{R}$ ,  $^{\circ}\text{K}$  hőmérséklet-egységeket  $^{\circ}\text{C}$ -ra! /F/
- 10./ Rajzold fel az állapotábra koordináta-rendszerét, amelynek függőleges tengelye 0-tól  $700^{\circ}\text{C}$ -ig legyen beosztva  $50^{\circ}\text{C}$ -onként. A vízszintes tengelyt 1%-onként kell beosztani úgy, hogy az esetleges tört %-ok még jól érzékelhetők legyenek egy tizedes pontossággal. /G/
- 11./ Jelöld be kb.  $700^{\circ}\text{C}$  magasságig tartó függőlegesekkel a kiválasztott görbék %-értékeit! /H/
- 12./ A %-értékek függőlegesen jelöld be a hozzájuk tartozó hűlési görbék töréspontjainak hőfok-értékeit! /I/

- 13./ Ellenőrizd vizuális becsléssel, hogy a hülési görbék fentről számított első, második és harmadik töréspontjainak az állapotábra átvitt értékei /az 5,6% és a 33% körüli /d/ helyek kivételével/ folyamatos görbére esnek-e!
- Ha igen, akkor térj át a 15. utasításra!
- Ha nem, akkor:
- 14./ Ismételd meg /megfelelő ellenőrzés után/ a kritikus hülési görbe felvételét! /J/
- 15./ A 13. utasítás zárójelében közölt %-értékeknek lehető pontos helyét grafikai interpolálással határozd meg! /K/
- 16./ Kösd össze a hülési görbékről átvitt - a 13. utasítás szerinti - pontokat. Így a felső pontokat összekötő vonal lesz a liquidus, a fentről számított második pontokat összekötő /L/ vonal pedig a solidus. A fentről számított harmadik pontokat összekötő vonal pedig az átkristályosodási hőmérsékleteket mutatja.

II. A gráf-séma:



4. ábra

## VII. FEJEZET

### MATEMATIKAI LOGIKA ÉS A PROGRAMOZOTT TANITÁS

A kibernetika módszereinek térhódítása a pedagógia elméletében és gyakorlatában egyben az új módszerekhez kapcsolódó matematikai eszközök elterjedését és felhasználását is jelenti. Az információ-feldolgozás konkrét módjainak tanulmányozását segítő algoritmuselmélet elemeinek a tanítás-tanulás folyamatában történő alkalmazása is feltételezi a matematikai logika alapfogalmainak és elemi műveleteinek ismeretét. Ezért a továbbiakban megismerkedünk a matematikai logika lényegével, annak legegyszerűbb fejezetével, az ítéletkalkulussal; valamint az ítéletkalkulus formuláival.

Megjegyezzük, hogy ismertetésünk során eltekintünk a matematikai értelemben vett szigorú tárgyalástól, feltételezzük a Bool-algebra ismeretét, és az ítéletkalkulus formulái közül csak azokkal foglalkozunk, amelyek a programozott tanítással kapcsolatos problémák megoldásához szükségesek.

#### Mi a matematikai logika tárgya?

A matematikai szabotosság fejlődése kikényszerítette, hogy a matematikában alkalmazott logikai eljárásokat szigorú matematikai szabotossági vizsgálatoknak vessük alá. Így keletkezett a matematikai logika, mint a formális



logika új fejlődési iránya, mely átvette és felhasználta a matematika módszereit, technikáját stb.

A matematikai logikát tehát méltán jellemezhetjük úgy, hogy az tartalmát tekintve logikai, módszereiben pedig matematikai.

Tehát a matematikai logika a gondolkodás matematikai formában kifejezhető és a matematika eszközeivel vizsgálható törvényszerűségeinek feltárásával foglalkozó tudomány.

Központi problémája: a helyes következtetés fogalmának tisztázása.

Azt vizsgáljuk, hogy melyek azok a következtetések, amelyek pusztán formájuknál fogva helyesek. Ez azt jelenti, hogy eltekintünk a következtetésben szereplő ítéletek tartalmától, csak egytől nem, nevezetesen attól, hogy a következtetést alkotó ítéletek igazak vagy hamisak-e.

#### Mit értünk a következtetés fogalmán?

A mindennapi életben is, a tudományok területén is rendszeresen használunk logikai következtetési eljárásokat. Például:

- Minden ember halandó; Caius ember, ennél fogva Caius is halandó - következtetést, amit a következtetések klasszikus példájaként említenek.
- A racionális számok halmaza megszámlálható. Ha mind a racionális, mind az irracionális számok halmaza megszámlálható, akkor a valós számok halmaza is megszámlálható.

A valós számok halmaza nem számlálható meg.

---

Az irracionális számok halmaza nem számlálható meg.<sup>17</sup>

Vagyis a következtetés olyan gondolkodási folyamat, amely során bizonyos állítások, az un. premisszák igazságából következtetünk valamilyen állítás, az un. konklúzió igazságára.

Mikor helyes valamely következtetés?

Nem precíz megfogalmazásban: valamely következtetés akkor helyes, ha a premisszák igazsága összeegyeztethetetlen a konklúzió hamisságával. Ahhoz azonban, hogy erre a kérdésre kielégítő választ adjunk, tisztáznunk kell az ítélet fogalmát.

Mi az ítélet?

A háromszög belső szögeinek összege  $180^0$ ;  $5 + 3 < 2 - 1$ ; Mindkét jelsorozat valamiféle állítást fejez ki. Mi a különbség a két jelsorozat között? Az, hogy amíg az első kijelentés tartalmilag igaz, a második tartalmilag hamis állítást szimbolizál. Azokat a kijelentéseket, amelyek egyértelműen igazak vagy hamisak, ítéleteknek nevezzük. Az igaz vagy hamis "tulajdonságot" pedig az ítélet logikai értékének tekintjük. Az ítéleteket vagy logikai változókat az Abc nagybetűivel, az értéküket pedig igaz = 1; hamis = 0-val jelöljük.

Az ítéletekből bizonyos nyelvtani eljárások segítségével új ítéleteket képezhetünk. Az ilyen eljárásokat ítéletek közötti műveleteknek, és ezekkel a logikai műveletekkel felépíthető ítéletformákat, valamint ezek jelsorozatait az ítéletkalkulus formuláinak nevezzük.

Az ítéletkalkulus legegyszerűbb formulái:

- a konjunkció
- a diszjunkció
- a negáció
- az implikáció.

Megjegyezzük, hogy tanulmányunkban csak azokkal a műveletekkel foglalkozunk, amelyeket ítéleten végrehajtva ismét ítéleteket kapunk eredményként. Még hozzá olyan ítéleteket, amelyek eredményének logikai értéke csakis azon ítéletek logikai értékétől függ, amelyekben a műveletet végrehajtottuk.

Továbbá: mivel a matematikai logika nem veszi figyelembe az ítéletek tartalmát és jelentését, ez lehetővé teszi, hogy konkrét ítéletek helyett csak logikai értékekkel foglalkozzunk. Vagyis a logikai műveletek, logikai értékek közötti /logikai/ műveletek.

#### A konjunkció /összekapcsolás/

Művelete során két ítéletet az és kötőszóval kapcsolunk össze és képezünk egy új ítéletet.

Ha az és helyett bevezetjük a  $\wedge$  szimbólumot, az ítéleteket vagy logikai változókat pedig A, B-vel jelöljük, akkor a konjunkció általános formulában

$$A \wedge B$$

A konjunkció műveleti eredményének logikai értéke akkor és csak akkor igaz, ha a konjunkció tagjainak logikai értéke is igaz.

Értéktáblázatos /igazságérték mátrix/ formában:

A	$A \wedge B$	B
1	1	1
1	0	0
0	0	1
0	0	0

A halmazelmélet /egyszeregy-táblázata/ alapján:

		A	
		1	0
B	1	1	0
	0	0	0

A diszjunkció /szétválasztás/

művelete két ítéletet a megengedő értelmű vagy kötőszóval kapcsol össze.



letének végeredménye általános formában:

$$\neg A$$

A művelet végeredménye csak akkor igaz, ha a művelet komponense hamis.

Igazságérték mátrixa:

A	$\neg A$
1	0
0	1

Az implikáció /a latin "implicare" után magában foglalás, maga után vonás/ műveleténél két ítéletet a "ha ... .. akkor" kötőszavakkal kapcsolunk össze.

Ha a "ha, akkor" kötőszavak helyett bevezetjük a  $\longrightarrow$  szimbólumot, az ítéletek helyett A és B-t, akkor az implikáció végeredménye általános formában:

$$A \longrightarrow B \quad /Olvasd: A \text{ nyil } B, \text{ vagy}$$

$$A \text{ implikálja } B\text{-t.}/$$

A művelet végeredményének logikai értéke akkor és csak akkor hamis, ha az előtag /A/ igaz, és az utótag /B/ hamis.

Igazságérték mátrixa:

A	$A \longrightarrow B$	B
1	1	1
1	0	0
0	1	1
0	1	0

vagy:

$A \rightarrow B$		B	
		1	0
A	1	1	0
	0	1	1

Az itéletkalkulus formuláinak rövid áttekintése után térjünk vissza kiinduló problémánkhoz, valamely következtetés helyességének szabatos bizonyításához.

Az irracionális számok nem számlálhatóságára vonatkozó következtetésünket a matematikai logika nyelvén /az elemi itéletekre történt lebontás és az itéletek közötti műveletek megállapítása után/ a következőképpen írhatjuk le:

$$\begin{array}{lcl}
 & A & \\
 A \wedge B & \longrightarrow & C \quad \text{premisszákból} \\
 \neg C & & \\
 \hline
 \neg B & & \text{konklúzió következik.}
 \end{array}$$

Ha az általános formában felírt következtetésnél a feltételezett  $\neg B$  hamissága ellentmond a premisszák igazságának, akkor a következtetés helyes.

Vagyis  $\neg B$  akkor (0), ha  $B$  (1).

Ha  $B$  (1), akkor a 2. premisszában  $A$  vagy (1), vagy (0).

Ha  $A$  (1), úgy  $A \wedge B$  is (1), tehát  $C$ -nek - ahhoz, hogy az implikáció igaz legyen, (1)-nek kell lennie.

Ha viszont  $C(1)$ , úgy a 3. premissza  $\neg C$  hamis.

Tehát ellentmondás van!

Ha  $A(0)$ , úgy  $A \wedge B$  is  $(0)$ , tehát  $C$  lehet  $(1)$  is,  $(0)$  is, de ez már a meglévő logikai ellentmondások számát /t.i. az első premissza  $A(0)$ / vagy eggyel növeli  $C(1)$  esetén;  $C(0)$  esetén pedig nem változtatja meg a következtetés első premisszája és konklúziója között fennálló logikai ellentmondást. Tehát a felirt következtetés helyes! Vagyis egy következtetést csak akkor tekinthetünk logikailag helyesnek, ha a tovább már nem bontható kijelentések /elemi itéletek/ helyére olyan kijelentéseket teszünk, amelyekkel a premisszák mind igazak, és így a konklúzió is mindig igaz lesz.

Az ismerttetett matematikai logikai apparátus igen nagy jelentőségű a programozott tanítás során felmerülő programozási feladatok és technikai problémák megoldásánál.

Felhasználjuk

- a tanári és tanulói tevékenység algoritmikus leírásánál /a/;
- a cselekvések kombinációinak a logikai feltételek kombinációitól való függésének elemzésénél /b/;
- a cselekvések optimális sorrendjének meghatározásánál /c/;
- oktatógépek logikai áramköreinek tervezésénél /d/.

Az a, b, c. alkalmazását lásd a VI. fejezetben az algoritmikus típusú folyamatok leírására vonatkozó példák megoldásánál.

Logikai áramkörök összeállításával kapcsolatban a részletesség és teljesség igénye nélkül a következőket jegezzük meg.

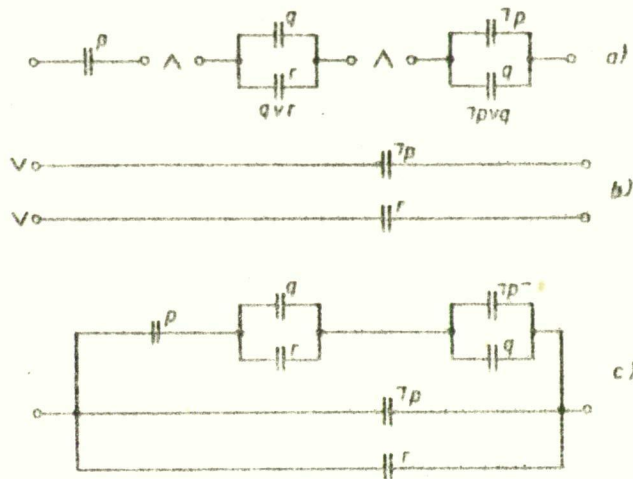
Az itéletkalkulus olyan formulái, amelyekben csak a  $\neg, \wedge, \vee$  műveletek szerepelnek, s amelyekben  $\neg$  jel csak puszta változóra vonatkozik, alkalmasak kapcsolók rendszeréből álló áramkörök leírására. Ugyanis az olyan áramköröket, amelyek vezetési állapotát a benne elhelyezett kapcsolók állása egyértelműen meghatározza, és amelyek vezetési állapota ennél fogva egy logikai formulával jellemezhető, logikai áramköröknek nevezzük. Az egymástól független kapcsolóknak különböző, az egyállásúaknak azonos, a váltóállásúaknak pedig azonos, de ellentétes negáltságú változókat, a sorbakapcsolásnak konjunkciót, a párhuzamos kapcsolásnak diszjunkciót feleltetve meg, az említett formulák és az áramkörök között megfeleltetést létesíthetünk. Az igaz, illetve hamis logikai értéknek a vezető, illetve a szigetelő állapotot feleltetve meg, az áramkör akkor és csak akkor vezet, amikor a neki megfelelő logikai formula értéke igaz.

Példaként a  $[p \wedge (q \vee r) \wedge (\neg p \vee q)] \vee \neg p \vee r$  formulához tervezzük meg a hozzá tartozó logikai áramkört.

/Megjegyzés: az egyszerűség kedvéért logikai áramkörök kapcsolóit két párhuzamos vonalkával jelöljük, a váltóállású pár egyik tagját pedig az azt jelző betű elé raj-



zolt  $\neg$  jellel jelöljük./



5. ábra

Logikai áramkörök tervezésére vonatkozó érdekes példaként írjuk fel a következő feladat megoldását jelentő logikai formulát!

Olyan áramkört kell tervezni, amelynél 3 személy szabad választási lehetősége alapján többségi alapon dönti el, hogy pl. a csengő szóljon vagy sem.

Milyen legyen az áramkör, hogy a "szavazás" befejezése után akkor és csak akkor szóljon a csengő, ha legalább ketten megnyomták a gombot?

Először felírjuk annak a 3 változós formulának az értéktáblázatát, amelynek az értéke csak akkor (1), ha legalább két részitélet értéke (1).

Három logikai változó  $n = 3$  esetében az igazságérték mátrix  $2^n = 2^3 = 8$  soros.

A	B	C	A formula értéke
1	1	1	1
0	1	1	1
1	0	1	1
0	0	1	0
1	1	0	1
0	1	0	0
1	0	0	0
0	0	0	0

Majd felírjuk az 1 formulákat. /A formula minden 1 értékének megfelel egy diszjunkciós tag./

$$\begin{aligned} & A \wedge B \wedge C \\ & \neg A \wedge B \wedge C \\ & A \wedge \neg B \wedge C \\ & A \wedge B \wedge \neg C \end{aligned}$$

A keresett formula ezeknek a konjunkcióknak a diszjunkciója lesz:

$$(A \wedge B \wedge C) \vee (\neg A \wedge B \wedge C) \vee (A \wedge \neg B \wedge C) \vee (A \wedge B \wedge \neg C)$$

## VIII. FEJEZET

### PROGRAMOK KÉSZÍTÉSÉNEK ELJÁRÁSAI

Dana Tollingerova a programozott tanítással foglalkozó szakemberek következtetéseit összegezve megállapítja: "Világosan megmutatkozott, hogy a programozott tanítás minden olyan elmélete és gyakorlata, mely hermetikusan elzárkózik a behaviorizmus, az algoritmusok elmélete, a kibernetikai pedagógia, az értelmi műveletek koncepciója, stb. elől, elméletében nehezebben és lassabban fejlődik, mint a programozott tanítás olyan értelmezése, amely lemond egyetlen felfogásrendszer kategorikus imperatívuszáról és megkísérli annak a legjobbnak szintézisét, amit ma a tudomány és gyakorlat az emberi tanulásról mondani képes."

Ennek az utilitarizmustól és pragmatizmustól mentes felfogásnak a programozott tanítás gyakorlatában is előbb-utóbb érvényesülnie kell. Ezért itt most azokról az általánosan elfogadott, kísérletileg ellenőrzött és bebizonyított hatékonyságú programkészítési eljárásokról szólnunk, amelyeknek közös általános elveik, valamint részelemeik alapján is alkalmasak - fenti célkitűzésünknek megfelelően - programok készítésére.

Bármelyik programkészítési eljárásnál /konceptiótól függetlenül/ három, egymástól jól elhatárolható sza-  
kaszt különböztethetünk meg.

- 1./ A program-előkészítés szakaszát.
- 2./ A program-szerkesztés szakaszát,
- 3./ A program-kipróbálás szakaszát.

A./ Beszpalko szerint ebben a három szakaszban nyolc művelet következetes megvalósítása szükséges.

- a./ A célsajátosságok megállapítása.

Az oktatás általános céljának általános meghatározása programozott tanításnál nem elegendő. A célok részletes, tehát az ismerősség,  
a megértés,  
a jártasság,  
a készség

szintű ismeretek, valamint az ezekhez kapcsolódó végrehajtandó cselekvések részletes feltárására van szükség.

Ezek a pontosan körülhatárolt célsajátosságok meghatározhatók - az oktatás-nevelés tartalma,  
- szakmai elemző tevékenység,  
- tapasztalat alapján.

- b./ A tematikus terv összeállítása.

A tematikus terv rendszeres formában tartalmazza az oktatási célok elérésének szakaszait. Itt határozzuk meg a kiinduló fogalmak /gócpontok/ sorrendjét.

- c./ Kiinduló szöveg megfogalmazása.

Az anyag kiválasztást és annak feldolgozását jelenti.



- d./ Lépésekre lebontott tematikus terv készítése.  
A kiválasztott anyag lépésekre való felosztását jelenti.
- e./ A lépések számának és sorrendiségének meghatározása.
- f./ A program kísérleti példányának kidolgozása.  
A program első tervezetében a lépés információjára vonatkozó intellektuális és fizikai feladatoknak, valamint az információs lépés műveleti lépéselemeinek kidolgozását végezzük el.
- g./ A módszertani útmutató kidolgozása.
- h./ Az elkészült program javítása, ellenőrzése és tökéletesítése. Ez a művelet az előpróbából és a főpróbából áll. /A programozott tanítás programjainak kipróbálási módszertana oly nagy terjedelmű és sokrétű, hogy ennek elemzésével itt részletesen nem foglalkozunk./

B./ Jól kidolgozott empirikus koncepció az amerikai - az empirián túlmenő egzaktabb programkészítési módszerek bevezetésének alapját képező - programkészítési eljárás.<sup>18</sup>

Az eljárásnak négy fázisát különböztethetjük meg, úgymint

- a./ előkészítő fázist,
- b./ program-alkotás fázisát,
- c./ előzetes kipróbálás fázisát,
- d./ végső kipróbálás fázisát.

a./ Az előkészítő szakaszban a következő műveletek végrehajtása szükséges:

- a tantárgy vagy tantárgyi csoport tantervének tanulmányozása;
- ezen az alapon annak megállapítása, hogy a tananyag melyik részét kell és lehet programozni;
- a programozásra kerülő tananyagot felhasználók előismereteinek meghatározása;
- a programozásra kerülő tananyag-témák vázlatának elkészítése;
- ezeknek a tantárgy /tantárgyi csoport/, valamint a programozott tanítási folyamat logikájának megfelelő átrendezése;
- döntés a programozási stratégiáról /lineáris vagy elágazásos stratégiáról/, és az információ-hordozó közegéről.

Abból a célból, hogy az olvasó benyomást szerezzen arról, hogy miként építhető fel egy lineáris program /Skinner szerint/, bemutatunk egy példát egy amerikai programból, amelyet a kémiai kötésekről készítettek.

11.a./ Ha két atom elektronegativitásai közti különbség 1,6-nál nagyobb, akkor azt mondjuk, hogy kötésről van szó.

b./ Ha két atom elektronegativitásai közti különbség 1,6-nál kisebb, akkor azt mondjuk, hogy ..... kötésről van szó:

---

a/ Ion  
b/ Atom

a/  
b/

12. Ha a H elektronegativitása 2,1; Cl elektronegativitása 3,0; milyen kémiai kötésről van szó H és Cl kapcsolatánál?

---

a/ Ionkötés

a/

b/ Atomkötés

b/

---

Figyeljük meg az egymás után következő 11. és 12. lépést. Az egyes szövegek tanulmányozásának befejezésénél a tanuló a jobboldalon írásban rögzíti válaszát, amelyet a baloldallal később összehasonlít. A baloldali részt közben letakarjuk.

Az úgynevezett "Skinner-rendszer" segítségével a tanulók munkáját a programban meggyorsítjuk.

A tanulási folyamatot nagyon kis lépésekre osztjuk fel, amelyeknél a tanuló legtöbbször 95 százalékos biztonsággal találja meg a helyes megoldást. A Skinner-módszer nem veszi figyelembe a hibákat. Egyedül a helyes megoldásokat adja meg előre, ellenőrzés és megszilárdítás céljából. Az állandó siker élménye a tanulónál pozitív értelemben hat a tanulási motivációra.

A Skinner-módszer kizárólagos alkalmazása bizonyos negatív jelenségeket rejt magában. Ha elgondoljuk, hogy a tanulónak többszáz lépésen kell végighaladnia, akkor könnyen beláthatjuk, hogy a tanítás e formája mennyire egyhangú.



A lineáris programozást gyakran akkor alkalmazzuk, ha grammatikai fogalmak, bizonyos törvények, szabályok, emlékeztető mondatok vagy mechanikus készségek begyakorlásáról és megtanulásáról van szó.

### Elágazó programozás

Az elágazó stratégiánál a programozott feladatok egy helyes és egy vagy több hamis ajánlatot tartalmaznak, egy adott lépés kérdéseire vonatkozóan. Az egyes hamis válaszokat különleges hibákra vezethetjük vissza, amelyek a tanulóknál előfordulnak.

Példa:

Milyen előzetes próbák alkalmazhatók arzénnél?

- a/ Lángfestés
- b/ Gyöngyreakció
- c/ Forrasztócső reakció
- d/ Izzítócsöves próba
- e/ Izzítócső és szilárd etanát
- f/ Marsh próba

A tanuló a feladatoknál a feleletválasztásos módszer alapján megtalálja a helyes megoldást, és a választás után megbizonyosodik, vajon az illető megoldás helyes vagy hamis. Ha hamis megoldáshoz jut, úgy magyarázatot, útmutatást vagy gondolati irányítást kap a hiba javítására. Ez a helyes megoldásoknál is megtörténhet, és így a tanuló megtudja, hogy például valamely kémiai reakció



miért csak meghatározott körülmények között játszódik le.

A feleletválasztásos módszernél lehetséges a tanulóktól úgynevezett konstruktív válaszokat kérni, azaz olyan válaszokat, amelyeket a tanulónak önállóan kell megtalálnia. A program akadálytalan lebonyolításának lehetővé tételére össze kell hasonlítani a konstruktív megoldást az alternatív válaszokkal.

/G.O.M. Leith szerint "ma már túl kell lépnünk a programozás pionírjainak dogmatizmusán, és figyelembe kell venni az eltelt évek tapasztalatait, hogy sem a lineáris, sem pedig az elágazó programozás előnyei nem abszolútizálhatók. 10-11 éves korig lineáris, azon túl csakis az elágazó programokkal lehet eredményeket elérni."/

b./ A program-alkotás fázisa

a program szakaszainak és lépéseinek tervezéséből, valamint azok leírásából áll.

A program-lépések tervezése.

Az amerikai programozási szakemberek a skinneri és crowderi programozási eljárások egyoldalúságát az úgynevezett vegyes programozási módszerek bevezetésével akarják megszüntetni. Ezek közül a Ruleg-módszer a legismertebb megoldás, amelynek lépései /szakaszai/ a következők:

- a programozásra kerülő anyag szabályokra való bontása,

- a szabályok logikus sorrendbe állítása,
- szabálmátrix szerkesztése
- generalizált mátrix szerkesztése,
- Flow-diagram összeállítása a Ruleg-mátrix és a generalizált mátrix egybevetése alapján.

/Részletesen lásd: IV. fejezetet!/

Mire ügyeljünk a program lépéseinek leírásánál?

A szerzők általános véleménye szerint a segítség elvének következetes érvényesítésére. A segítség lehet alaki, formai /pl. pótinformáció/ és tartalmi segítség.

c./ A program előzetes kipróbálásakor

8-10 átlagképessegű tanuló programfeldolgozás közben elkövetett hibái képezik az első revízió alapját.

A további kipróbálásokat és javításokat az elsővel azonos körülmények között mindaddig folytatjuk, amíg a program /Genevive Bell szerint 2 %-a,/ véleményünk szerint 4-5 %-a feldolgozatlan marad.

d./ A végső kipróbálás

elő- és utóteszt vizsgálatai után kerülhet sor a program általános bevezetésére.

A programkészítési eljárások lényeges művelete a programozásra kerülő tananyag strukturális elemzése.

A tananyag strukturáját a következő szempontok szerint ítéljük meg:

- a./ tartalom /tények, fogalmak közötti kapcsolatok, tevékenységek/;
- b./ didaktikai/a program didaktikai elemeinek funkciója a tanítási folyamatban, a használt tanítási formák és módszerek, tanítási elvek, módszertani eszközök/;
- c./ a tanulók gondolkodásának és műveleteinek formája és folyamata /konkrét és absztrakt gondolkodás/, fogalmak, ítéletek kialakítása, indukció, dedukció, analógia, összehasonlítás és elemzés, szintézis, differenciálás, általánosítás, továbbá a logikai - lényegében a pedagógiai, pszichológiai és gnoszeológiai szempontok/.

A fenti szempontok szerint elvégzett elemzést a tananyag strukturális elemzésének nevezzük.

A programok készítésének felvázolt /általunk kiemelt/ eljárásai érzékeltetik, hogy a programozás sokrétű és bonyolult alkotómunkájára egyedül nem vállakozhatunk. A programkészítéshez szerzői kollektívára van szükség: a programozás tárgyát ismerő metodikusra, gyakorlati szakemberre, pszichológusra és programozóra; ezek együttes munkájára.



## IX. FEJEZET

### AZ OKTATÓGÉPEK ÉS A PROGRAMOZOTT TANÍTÁS

A programozott tanítás funkcionális jellemzője, technikai eszközrendszere az oktatógép.

"Ami az úgynevezett oktatógépeket illeti, - írja L.B. Itelszon -, azok lényegében semmiféle új elemmel nem gazdagítják a programozott tanítás eszméit." Hogy témául mégis - külön fejezetben - az oktatógépek problémáját választottuk, annak az az oka, hogy tájékozódásunk szerint ezek az eszközök "fokozzák a pedagógiai munka hatékonyságát" /UNESCO, 1963/, pregnánsabban nyújtják az ismereteket, s nem utolsó sorban a programozott tanítás historikus aspektusa sem nélkülözheti, hogy sikerének forrásáról /t.i. S.L. Pressey 20-as években tervezett oktatógépével kapcsolatosan vetődött fel a programozott tanítás lehetősége/, az oktatógépekről ne legyen átfogó áttekintésünk.

Bevezetésként megjegyezzük, hogy tanulmányunkban az oktatógép fogalmával, osztályozásával, valamint hazai és nemzetközi eredményeivel foglalkozunk, s nem térünk ki az elméleti kutatások és technikai kísérletek nem mindig ellentétektől mentes légköréből fakadó problémákra.



Az oktatógép fogalmát legegyszerűbben Stolurow fogalmazza meg: olyan rendszer, amely a tanulónak információt mutat be és hatását ellenőrzi, esetleg értékeli.

Vagyis az oktatógép kapcsolatot létesít az összeállított program és a tanuló között, mint a programozott tanítás funkcionális jellemzője.

Az oktatógép képes meghatározott tevékenységek automatikus elvégzésére, azaz

- megadja a soron következő információt, kérdést tesz fel, bemutatja a programot;
- lehetőséget biztosít a válaszolásra;
- visszacsatolást biztosít;
- regisztrálja a feleletek helyes vagy hibás voltát, helytelen felelet esetében útmutatást ad arra vonatkozóan, hogy hogyan lehet azt helyesen megkapni;
- továbbítás-gátlást alkalmaz, az új anyagra való áttérés csak az előző feladat helyes megoldása után lehetséges;
- értékeli a válaszokat különféle kritériumok alapján.

/Finn és Perrin az oktatógépek funkcióit alapvető és járulékos funkciók csoportjára bontja és ennek alapján osztályoz./

A programozott tanításban mindig ezek a műveletek valósulnak meg.

"Az oktatás eredményességét nem a gép határozza meg, hanem a gépbe adagolt oktatási program megalapozottsága." /L.B. Itelszon/

"Az oktatógépeknél nem a technikai megoldás a döntő, hanem az a mód, ahogyan a tananyagot egy "tanfolyammá" kidolgozzák, tehát a tanulók gondolkodását irányító kérdés-felelet koordináció minősége, egyszóval: a program minősége." /K. Oden<sup>b</sup>ach/

Két ellentétes kiindulási alapról ugyanaz a végkövetkeztetés: a programozott tanítás lényege nem a gép, a gépi rendszer csupán másodlagos.

Az oktatógépek kialakításával, konstruálásával kapcsolatos kísérleteknek - az úgynevezett ön-instrukciós szerkezetek formájában - több évszázados hagyománya van.

Amíg ezeket a kísérleteket a századfordulóig az elgépiesedő, dehumanizálódó világ előfutárainak tekintették, addig napjainkban már a tudományos alapokon megindult oktatástechnikai eszközök fejlesztésére irányuló munkálatok szerves részét képezik.

Az oktatógépek osztályozására vonatkozóan számos tervezetet közöl a szakirodalom. Osztályozzák a rendszereket a működés, a felhasználás, a feleletadás módja, az információt nyújtó közeg, az alkalmazkodóképesség, stb. szerint.

V. Metev - B. Sztankov<sup>19</sup> az elvégzett funkciók alapján a következőképpen osztályozza az oktatógépeket:

- Ellenőrzőgépek - főleg gyakorlatok ellenőrzésére, vagy önellenőrzésre szolgálnak;
- vizsgáztatógépek - kollokviumok és félévi vizsgák elvégzésére használják fel;
- információs gépek - következő változatokban:
  - a/ konzultációs gépek - konzultáció nyújtására a megtanulandó tananyaggal kapcsolatban;
  - b/ tájékoztató gépek - tájékoztatás nyújtására könyvtári katalógusokról és más tájékoztatások nyújtására oktatási és más intézményekben;
- tanítógépek - ezek kombinált gépek, amelyek információs gépekből /új információk nyújtására/ és ellenőrző gépekből /ellenőrzések elvégzésére/ tevődnek össze;
- gyakorló gépek - olyan berendezések, amelyek meghatározott gyakorlást biztosítanak. Ilyeneket pilóták, gépkocsivezetők, valamint katonai és termelési dolgozók oktatására és képzésére használnak fel.

#### Oktatógép-gyártás és -tipusok

Magyarországon - a nemzetközi közvélemény érdeklődését is felkeltő - számos oktatógép került kifejlesztésre. A készülékeket a Budapesti Elektroakusztikai Gyárban Fürjes József irányításával alakították ki.



Ezek közül a legjelentősebbek:

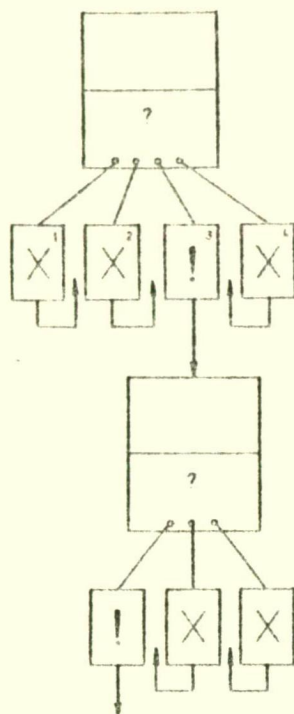
- a Diakorr és Magnokorr egyéni és kollektív tanító-  
gépek, valamint
- a Magister visszacsatoló berendezés.<sup>20</sup>

#### DIAKORR

„A DIAKORR tanítógép alapvető szolgáltatását tekintve szalagfilmes nappalivetítő berendezés, mely 35 mm-es normálfilm 18x24 mm-es képkockájáról 180x240 mm-es méretű képet állít elő. Az asztalon elhelyezhető kis-méretű szerkezet filmtovábbítását a tanuló nyomógombokkal vezérli. A képernyőn megjelenő információ, kérdés és válaszlehetőségek ismeretében a tanuló feleletválasztással válaszol. A gép elbírálja a feleletet, esetleg osztályoz, majd automatikusan továbbítja a filmet; elágazásos program alkalmazása esetén az új információ kiválasztása a tanuló előzetes feleletétől függ. A tanuló összesített eredményét elektromechanikus számlálók jelzik.

A DIAKORR berendezésben jól alkalmazható program vázlatát mutatja be a 6. ábra.



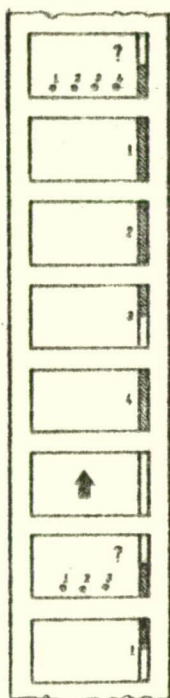


6. ábra

A felső blokk szemlélteti az információt /tetszőleges tananyagot/, az ehhez kapcsolódó kérdést és az ezzel egyidőben, vagy bizonyos idővel a kérdésfeladás után közölt tetszőleges számú válaszlehetőséget. A tanuló a kérdésre úgy adhat feleletet, hogy a bemutatott válaszlehetőségek közül kikeresi az általa helyesnek vélt megoldást. Ezt követően a készülék újabb információt mutat be, mely tartalmilag szoros összefüggésben áll a tanuló által választott megoldással. Ha tehát a tanuló jól válaszolt, akkor az újabb információ "megdicséri" a tanulót, megerősíti a döntést, és bevezeti a következő információs lépést. Ha történetesen rossz volt a válasz, akkor a program a tévedés mértékével arányos és szorosan ahhoz kapcsolódó kiegészítő információt - helyreigazítást - közöl, és utasítja a tanulót újabb művelet elvégzésére, pl. ismételt válaszadásra. Amint a program-

vázlat mutatja, a tanuló csak abban az esetben haladhat tovább a tananyagban, ha eltalálta a helyes megoldást.

Az előbb ismertetett programvázlat filmszalagra való feldolgozását mutatja be a 7. ábra.



7. ábra

A 35 mm-es filmszalagon a 18x24 mm-es képkockák a filmszalag hosszirányára merőlegesen helyezkednek el. Sorrendben az első filmkocka tartalmazza az információt, a kérdést és a válaszlehetőségeket. A filmszalagon ezt követően annyi újabb képkocka található, ahány válaszlehetőséget tartalmazott az első képkocka; lényegében minden válaszlehetőséghez tartozik egy-egy képkockányi magyarázat, megerősítő vagy helyreigazító információ. Ha az

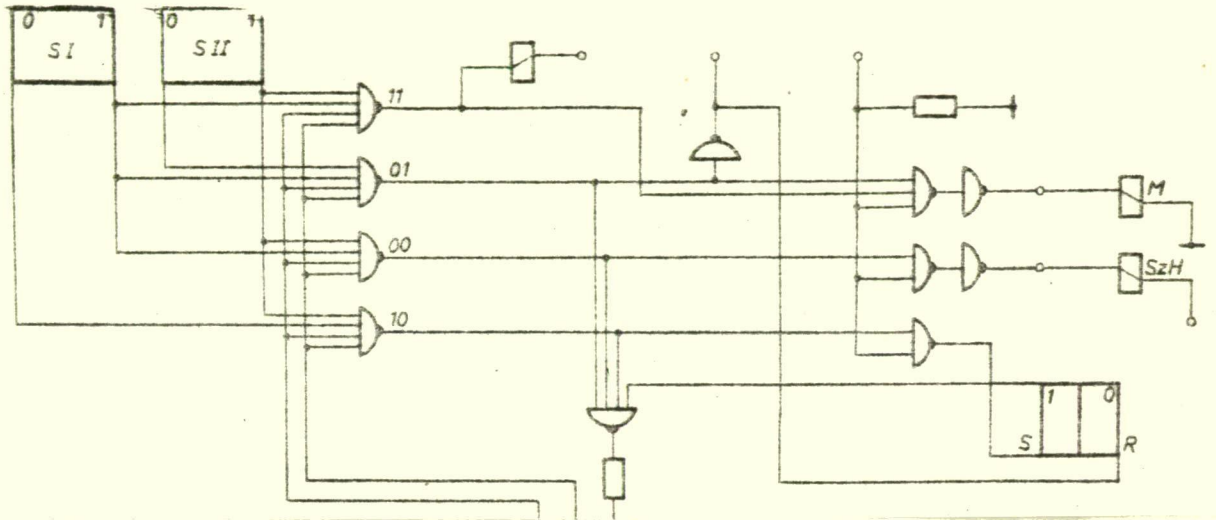
első képkocka ismeretében a tanuló úgy döntött, hogy megítélése szerint a válaszlehetőségek közül a harmadik helyen álló a helyes, akkor a filmszalagot a harmadik képkockáig továbbítja, amin a választott megoldáshoz tartozó kiegészítő információ látható. A magyarázatok után következő úgynevezett záró képkocka a programlépés határát jelzi, amin a tanuló csak akkor haladhat át, ha az előző lépés feladatát helyesen megoldotta.

Az ismertetett rendszer egyszerű, könnyen áttekinthető, szerkezetét tekintve megegyezik a legelterjedtebb - úgynevezett lapozó-rendszerű - programozott tankönyvekkel. A készülék teljes működéséhez szükséges állapot - az információtól függő logikai feltételt - a képmező jobb szélén látható sötét illetve világos felületrészek alakítják ki.

A filmszalagot bemutató 7. ábrán látható a vezérlő sáv, melynek sötét illetve világos foltjai a készülék vezérlésére szolgálnak. Kivetítéskor ez a sáv a képernyő jobb szélén helyezkedik el, abból kb 15 mm szélességet véve igénybe. A DIAKORR berendezés kialakításakor erre a helyre tesszük a képernyő mögé azt a szerkezeti elemet, mely a vezérlő jelek érzékelésére szolgáló két fotoelektromos érzékelőt tartalmazza. Ezek az érzékelők - gyakorlatilag fotoellenállások - a képernyő letakart részére jutó fényáram hatására biztosítják a vezérlő jelet. Arra az esetre, ha a készülékkel kommersz dia-



filmet kívánunk vetíteni, mely az említett vezérlő jeleket nem tartalmazza, a fotoellenállások tartó szerelvényt a képmezőből kibillenthetjük.



8. ábra

A 8. ábra a DIAKORR egyéni tanítógép logikai vázlatát mutatja be. A korábbi filmszalag-rajzból és a logikai vázlatból megállapítható, hogy a készülék a két fotoelektromos érzékelő segítségével négyféle információ-típus - azaz négyféle képkocka - között tesz különbséget: információs képkocka, helyes válasz, helytelen válasz, zárókép. A filmhelyzettől és a tanuló beavatkozásától függően alakulnak ki azok az utasítások, melyek a készülék helyes működését biztosítják.

A logikai műveleteket megvalósító áramkörök - a kezelő szervektől eltekintve - kizárólag félvezetős áramkörökből és ezek tartozékaiból épülnek fel. Az elektronikus szerelési elemek nyomtatott áramköri lemezen helyezkednek el, és a kártyarendszerű elektronika többpólusú csatlakozóval kapcsolódik a szerkezetéhez. Ez a megoldás lehetővé teszi, hogy a többé-kevésbé eltérő kártyák cseréjével különböző szolgáltatású készülékvariációkat alakítsunk ki.

#### MAGNOKORR

A MAGNOKORR kollektív tanítógépnappali vetítő berendezésből, speciális magnetofonból és lényegében a MAGISTER-rel megegyező visszacsatoló berendezésből készített komplex berendezés, melynek összehangolt működését és magasrendű szolgáltatásait digitális automatikai rendszer irányítja. A MAGNOKORR kollektív tanító-gép lényegében kisteljesítményű mágnesszalag-tárolós speciál computer, mely működésének első fázisában "megtanulja" a tanártól a betáplált audio-vizuális programozott tananyag közlésének módját, majd második fázisban a programtól és a tanulók munkájának eredményétől függően közli a tananyagot.

#### MAGISTER

A teljesen tranzisztorizált berendezés előnye, hogy a

kizárólag digitális áramkörökre épülő berendezése hosszabb távon is életképes, a komputer-technika fejlődése és elterjedése idején is biztosított a létjogosultsága.

A berendezés tanulónként egy-egy ötnyomógombos válaszadó egységből, valamint központi értékelő és kijelző szerkezetből áll.

A tanár által feladott kérdésre - az egyidejűleg közölt válaszlehetőségek alapján - a tanuló a padjára vagy padjába szerelt nyomógombcsoporttal adhat választ.

A MAGISTER visszacsatoló berendezés lényeges szolgáltatásai között különösen a válaszadás és a kijelölés módjaira hívjuk fel a figyelmet, miután a tanuló-tanár kapcsolat folyamatosságát, egzaktságát, minden eddiginél nagyobb sebességét ezek biztosítják.

A visszacsatolás lényegének ismertetése során már foglalkoztunk a tanár-tanuló kapcsolat problematikájával. Megállapítást nyert, hogy ennek intenzitása a visszacsatolással jelentősen fokozható, azonban a pedagógus tehermentesítése és a figyelemkoncentráció elősegítése érdekében célszerű az egyszerűbb eljárások helyett műszaki megoldást választani. A technikai helyzetet és az anyagi lehetőségeket figyelembe véve nyilvánvaló, hogy belátható időn belül egyedül a feleletválasztásos módszer, a több nyomógombos válaszadás eljárás bevezetésére lehet számítani.



A válaszadó berendezés félvezetőkől előállított digitális rendszerben épül fel, az adatok beírása és kiolvasása ennek figyelembevételével történik.

A központi berendezés tanulónként egy-egy memóriaegységet tartalmaz, melyekhez elkülönítve csatlakozik minden tanuló válaszadó szerkezete. A berendezés egyszerű funkciója esetén egy tanulóhoz billentyűként egy, tehát összesen öt memóriaelem tartozik, s a központi berendezésen lámpamező jelzi a memóriaelemek állapotát. Ebből egyértelműen megállapítható, hogy valamely tanuló a válasz alkalmával melyik gombot nyomta meg. Negyven tanuló esetén ez kétszáz információs lehetőséget jelent, ami előadás közben az idő rövidsége miatt nem analizálható. Szükség van tehát ennek egyszerűsítésére, amit a készülék által biztosított értékelés, mint további alapvető funkció tesz lehetővé.

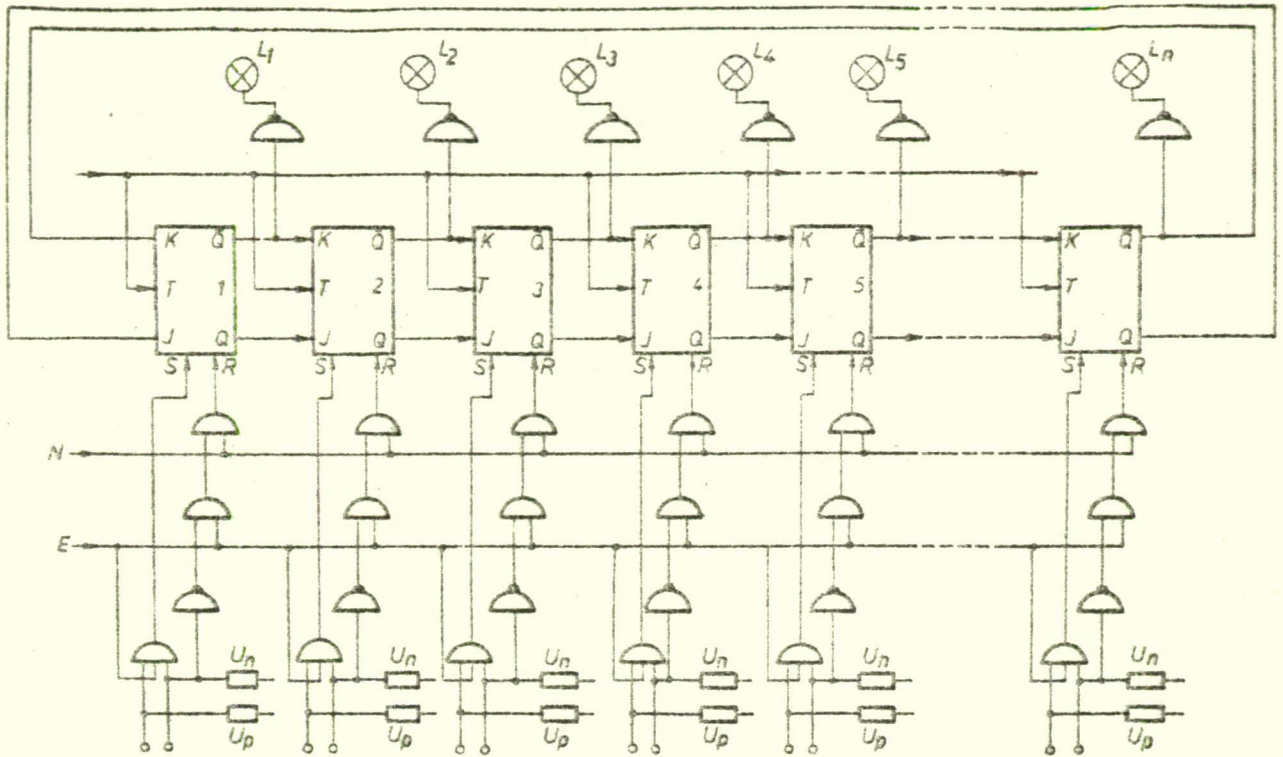
A MAGISTER központi berendezésének alsó kezelőpárkányán egymás mellett öt nyomógomb látható. A feladott kérdés és válaszlehetőségek ismeretében a tanár ezekkel jelölheti ki, hogy adott esetben az öt közül melyik a helyes felelet. A tanulók tehát úgy adhatnak helyes feleletet, ha a tanár által megnyomott gombbal azonos jelű billentyűt működtetik. Ennél a szerkezeti kialakításnál a készülék csak tanulónként egy - a MAGISTER esetében tehát negyven - jelzőlámpás lámpamezőt tartalmaz,

amiből a válaszdadás során közvetlenül megállapítható, hogy melyik tanuló adott helyes feleletet.

Természetesen öt billentyű esetén a tanulóknak 20% esélyük van arra, hogy véletlenül eltalálják a helyes feleletet; azt a körülményt az értékelésnél kell figyelembe venni. A készülék kialakítására jellemző, hogy amennyiben valamely tanuló egymás után nyomkodja a billentyűket, mindig az utolsó döntés az érvényes, tehát a tanuló véletlenszerű helyes feleletének esélye továbbra is 20 %. Ez a megoldás - pedagógiai szempontból helyesen - azt is lehetővé teszi, hogy a tanuló a válaszdadásra szánt időn belül korrigálja az esetleges meg gondolatlanul adott választ, tehát "radirozzon". Ez különösen azért kedvező, mert a MAGISTER-t elsősorban a tanítás hatékonyságának növelésére és nem vizsgáztatásra használják. A feleletmódosítás lehetősége a gondolkodásra illetve válaszdadásra szánt idő végén egy újabb gombnyomással megszüntethető, és a lámpamező a továbbiakban a rögzítés pillanatában fennálló helyzetet mutatja. A tanuló azáltal sem juthat jogtalan előnyökhöz, ha a válaszdadó billentyűk közül egyidejűleg többet nyom meg, mert a készülék memóriarendszere ezt a jelzést nem érzékeli.

Az elmondottak műszaki megvalósítását a 9. ábra mutatja be."





9. ábra

Az elkészült /és Magyarországon gyártott/ technikai eszközrendszerekről kialakított összkép nem volna teljes, ha nem ismertetnénk a TANÉRT által készített DIDAKTOMAT és Kis korrepetitor elnevezésű készülékeket.

A DIDAKTOMAT tulajdonképpen csoportos feleletellenőrző készülék. Hozzá a programot diavetítővel, audiavoxszal, írásvetítővel kell közvetíteni, vagy kiosztott programlapokon kapják meg a feladatokat a tanulók. Minden egyes programlépés négy lehetséges válasza közül kell a helyeset a tanulónak kiválasztania és a feleletet a négyállású fokozatkapcsoló beállításával megadnia. Válaszadás után a készülék a tanárnak és a tanulónak is jelzi a helyes válaszokat, valamint azt, hogy a tanulók hány százaléka oldotta meg helyesen az egyes feladatokat.



A "Kis korrepetitor" egyéni használatra, gyakorlásra, ellenőrzésre készült lineáris programok bemutatására alkalmas oktatógép. Ez az oktatógép mechanikus szerkezetű. A megfelelő lineáris program papírszalagon van, a válaszokat ugyancsak papírszalagra kell megadni. A program- és a válasz-szalag kényszerkapcsolatban levő orsókon fut. A program egyes lépései a készülék "program-ablakában" jelennek meg, a választ a tanulónak a válaszbablak alatt húzódó papírszalagra kell kézírással megadnia. A program mindig csak egy lépéssel léptethető előre és csak akkor, ha a tanuló a feladatot megoldotta. Továbblépéskor a helyes válasz is megjelenik, és így a tanuló a saját válaszát a helyes válasszal azonnal összehasonlíthatja, de azt már módosítani nem tudja.

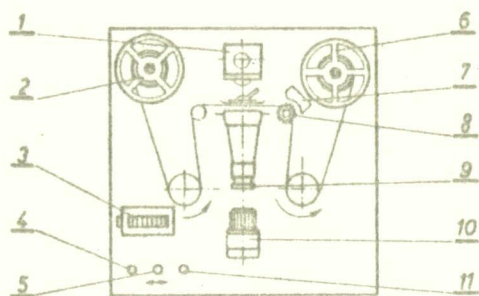
Az ismertetett oktatógépeken és visszacsatoló berendezéseken kívül egyetemeken /pl. a Budapesti Műszaki Egyetemen: Tanársegéd III., Aszisztomat/, főiskolákon /pl. Zalka Máté K.M. Főiskola: ellenőrző és vizsgáztató gép/ és középfokú intézményekben készültek tanító, vizsgáztató gépek és visszacsatoló berendezések, amelyek kísérleti "prototípusok" maradtak, sorozatgyártásukra nem került sor.

Bár a programozott tanítás technikai eszközrendszerének konkrét eredményei a kibontakozás irányába mutatnak, mégis elszomorító az összkép, mert kidolgozatlan az eszközrendszer alkalmazási lehetősége és metodikája,

mert nincsenek kísérletileg is ellenőrzött, jól kidolgozott programjaink. "Ez összefügg a programozott oktatás vizsgálatának hazai elmaradottságával. A mai igények és lehetőségek alapján úgy látjuk, hogy az elkövetkező 10 évben az EAG termékei mellett a Grundy Tudor típusú oktatógép ... fog jelentős mértékben elterjedni." /OMFB/

Az angol International Tutor Machines Limited cég által gyártott Grundy Tutor tanítógép elágazásos programok közlésére alkalmas. A gép mérete 425x381 x 457 mm, teljesítményfelvétele 150 W. A vetítőszerkezet 12 V, 100 W teljesítményű izzóval működik, objektívje 50/4, a képernyő mérete 172 x 220. A készülék 90 mm átmérőjű orsóján max. 1800 kockányi hosszúságú 35 mm-es filmszalag helyezhető el.

A képernyőn megjelenő program lépése tartalmazza az információt, az arra vonatkozó kérdést, és a kérdésre adható néhány válaszlehetőséget. A válaszadás nyomógombokkal történik. Jó felelet esetén a tanuló továbbhalad, rossz felelet esetén - amit beépített számláló regisztrál - kiegészítő információ jelenik meg az ernyőn, ami a tanulót rávezeti a helyes megoldásra /10. ábra/



10. ábra



## X. FEJEZET

### SZÁMITÓGÉPEKKEL VEZÉRELT OKTATÓGÉPEK

Az oktatás területén jelentkező /az első fejezetben elemzett/ problémák megoldásánál már napjainkban sem, de a jövőben még kevésbé nélkülözhetjük a számítógépek pedagógiai alkalmazásában rejlő előnyöket.

Egy általános rendeltetésű számítógép alkalmazása olyan előnyökkel jár, amelyeket rendkívül nehéz volna más eszközök alkalmazásával elérni.

Hiszen a számítógép "képes" <sup>21</sup>

- a tanuló válaszait, vagy feladatmegoldásnál produkált lépéseit azonnal, még a következő kérdésre vagy lépésre való áttérés előtt elemezni és értékelni, az elemzés és értékelés eredményeit pedig közölni;
- a tanuló "előéletét" /alapismeretek, összes előző válasz, stb./ és így az egyéni különbségeket a válaszreakciók alapján figyelembe venni, és az úgynevezett alkalmazkodó elektronikus áramkörök segítségével a következő információ kiválasztásához döntést hozni.

"Vagyis a számítógép információt tárol, azokat nagy sebességgel elemzi a tanulórendszerhez igazodva, miközben lehetőségét biztosítja annak, hogy az oktatást az éppen rendelkezésre álló leghatékonyabb eszköz felhasználására,

hátrányainak korrigálására alkalmazzuk." /M. Sime/

Ilyen technikai eszköz a programozott tanítás funkcionális jellemzőjeként megismert oktatógép. Az elektronikus számítógéphez kapcsolt oktatógép-rendszert adaptív rendszernek nevezzük. Ezekhez a rendszerekhez kapcsolódó programokkal Gordon Pask foglalkozik.

G. Pask programozási rendszerének lényege a programnak a tanuló magatartásához való-olyan alkalmazkodó képessége, amely a tanuló nehézségeit és előrehaladását figyeli, számításba veszi azokat a hibákat, amelyeket a tanuló elkövet.

A programozás e módszerének alapja az a feltevés, hogy a jártasságok és készségek elsajátításához elengedhetetlen bizonyos hibaszázalék. Az elkövetett hibákat a program a következőképpen hasznosítja:

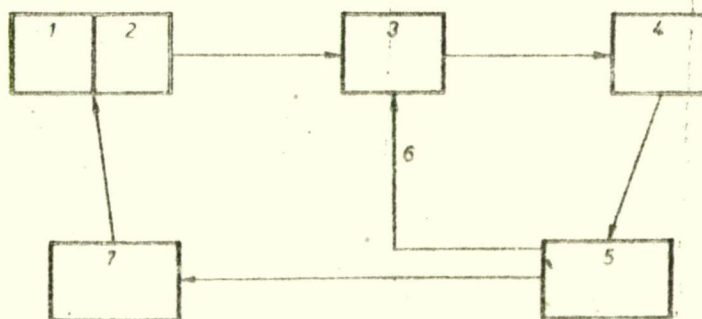
- Ha a hibák száma egy bizonyos szint alá esik, akkor automatikusan nehezíti a programot;
- ha egy bizonyos szint fölé emelkedik, akkor könnyíti és figyelmeztető információt közöl, amely segíti a tanulót a helyes válasz megadásában /Thomas/.

A program ilyen jellegű bemutatására és elemzésére csak számítógéppel vezérelt oktatógép alkalmas. /Lysaught/  
Ilyen rendszerek kialakítására irányulnak a "CAI", a számítógéppel támogatott oktatás fogalmával jelölt oktatástechnológiai munkálatok.

Kialakulása a kommunikációs számítógépek fejlődésével vált lehetővé, dinamikus fejlődése új távlatokat teremt a tanítás-tanulás programozása területén.

A számítógépekhez kapcsolt oktatógépekre általában jellemző blokkséma - J. Coulson szerint - a következő főbb komponenseket tartalmazza:

A **tananyagot** /1./ bemutatjuk a tanulórendszernek /3/ a tananyaghoz kapcsolódó kérdéssel /2/ együtt. A válasz /4/ kiértékelése /5/ és az automatikusan "közölt" visszacsatolt üzenet /6/ jelentik a következő lépéseket. Ezután az új vagy a korrigáló anyagrész következik /7/ az utolsó választól illetve a válaszok strukturájától függően. Ez a folyamat ciklikusan ismétlődik /11. ábra/.



11. ábra



Az általános formában közölt számítógépekhez kapcsolt oktatógép rendszereket az a./ egyéni, és b./ csoportos oktatásra alkalmas adaptív rendszerekre bonthatjuk. Az a./ -ba tartoznak: Plato I., IBM 650, IBM 1500, Bendix G-15, stb.;

a b./ -be pedig: Plato II., IBM 1410, 1440, IBM 1620, Class Elliot 903 C, stb. rendszerek.

A felsorolt rendszerek Amerikában és Angliában ténylegesen működő rendszerek. Hazai kísérletek még nem indultak meg.

Jelenleg még csak a kiinduló célkitűzéseink körülhatárolása fogalmazódott meg:

- a számítógép felhasználására épített oktatási rendszerek vizsgálata, azok működését és gazdasági hatásait illetően,
- működő rendszerek létesítése, valamely meghatározott tantárgy oktatása céljából,
- a rendszer kívánalmainak megfelelő számítógép programozási nyelv specifikálása,
- a számítógéppel kapcsolatos alapvető körülmények specifikálása.

IDÉZETT IRODALOM

- 1./ Erdey-Grúz Tibor: Filozófiai tallózás a természettudományokban. /Kossuth K., 1965./
- 2./ M.M. Karpov: A természettudomány fejlődésének alapvető törvényszerűségei. /Rosztov, 1963./
- 3./ A programozott tanítás. Eredmények és feladatok. /OPI, 1969./
- 4./ Kelemen László: Gondolatok és kísérletezések az oktatás programozásával kapcsolatban. /Akadémiai K. 1965./
- 5./ L.M. Regelszon: Felsőoktatás és a programozott oktatás. /Bp. 1968./
- 6./ A programozott oktatás egységes terminológiájának problémája. /Die Deutsche Schule 1966. No, 6./
- 7./ Falus Iván: A visszacsatolás problémája a didaktikában. /Tankönyvkiadó, Bp. 1969./
- 8./ Nagy E.: A programozott oktatásról. /Tudományszervezési tájékoztató 1965/2./
- 9./ Kelemen László: A pedagógiai pszichológia alapkérdései. /Tankönyvkiadó, Bp. 1969./
- 10./ K. Heipcke: A programozott oktatás tanuláslélektani aspektusai a kutatásban. /Zeitschrift für erziehungswissenschaftliche Forschung 1968/3./
- 11./ N.F. Talizina: A programozott oktatás elméleti problémái. /Moszkvai Egyetemi Kiadó 1969.; oroszul/
- 12./ Kelemen László: A gondolkodásfejlesztés elméleti kérdései és módszeres eljárásai /Debrecen, 1968./
- 13./ L.B. Itelszon: Matematikai és kibernetikai módszerek a pedagógiában. /Tankönyvkiadó, Bp. 1967./
- 14./ L. Landa: Algoritmizálás az oktatásban. /Tankönyvkiadó, Bp. 1969./
- 15./ L.N. Landa: Az algoritmusok és a programozott oktatás. /A pedagógia időszerű kérdései külföldön c. sz. rovatban. Tankönyvkiadó, Bp. 1966./

- 16./ Gyarakai F. Frigyes: Az algoritmusok szerepe a didaktikában. /Pedagógiai Szemle 1969. 7. sz. 662-671. p./
- 17./ Varga Tamás: Matematikai logika I. /Tankönyvkiadó, Bp. 1966./
- 18./ Bremer - Hobbensiefken - Laube: Programmierte Berufsausbildung in der USA. /Programozott szakképzés az USA-ban. Cikkkford./
- 19./ V. Metev - B. Sztankov: A tanulás hatékonyságának növelése a főiskolákon és a tanulógépek. /Audio-vizuális Technikai és Módszertani Közlemények 1967. 15. sz./
- 20./ Fürjes József: Oktatógép-fejlesztés és gyártás Magyarországon. /Egyetemi jegyzet 1970./
- 21./ R. Wolf: A komputer az oktatásban. /International Review of Education 1968/2./



AJÁNLOTT IRODALOM

- 1./ Ágoston György: A programozott oktatás és az oktatógép. /Köznevelés 1963. 16. sz./
- 2./ A programozott oktatás tapasztalatai. /Szerkesztette: Dr. Ágoston György. A pedagógia időszerű kérdései hazánkban c. sorozatban. Tankönyvkiadó, Bp. 1966./
- 3./ Ágoston György - Nagy József - Orosz Sándor: Méréses módszerek a pedagógiában. /Tankönyvkiadó, Bp. 1971./
- 4./ Bánsági László: Oktatógépek alkalmasságának pedagógiai és műszaki kérdései. /Pedagógiai Közlemények 1964. 1.sz./
- 5./ Berg, A.I.: A programozott oktatásról. /Vesztnik Vűszsej Skolű 1965. 11. sz./
- 6./ Beszpalko, V.P.: A tanulók értelmi tevékenységének sajátosságai az alternatív válaszadás esetén. /Szovetszkaja Pedagogika 1966. 3. sz./
- 7./ Bitzer, D.L. - Lyman, E.R. - Easley, J.A.: A Plato oktatógép. /Audiovisual Instruction 1966. 1.sz./
- 8./ Bródy, Josef: A tanítási folyamat hatásosságának problémája. /Audiovizuális Technikai és Módszertani közlemények 1968. 4. sz./
- 9./ Coste, P.M.: A lineáris programozott oktatás aktív módszere. /Bulletin du Laboratoire de Pédagogie 1965. 1. sz./
- 10./ Dűzs János: Elektronikus rendszerek alkalmazása az oktatásban. /Audio-Vizuális Technikai és Módszertani Közlemények 1966. 6. sz./
- 11./ Fekete József: Az oktatási programok készítésének néhány pszichológiai kérdése. /Pszichológiai tanulmányok. 9. köt. Bp. 1966./

- 12./ Fekete József: A programozott oktatás és a nevelés viszonya, valamint a gondolkodás fejlesztésének néhány kérdése a programozott oktatásban.  
/Pszichológiai tanulmányok. 10. köt. Bp. 1967./
- 13./ Frank, H. - Graf, K.D.: Alzudi - példa a formális didaktikára. /Zeitschrift für Erziehungswissenschaftliche Forschung 1967. 1. sz./
- 14./ Gyarakí F. Frigyes: A "CAI" /Computer Assisted Instruction/ rendszer oktatás-technológiai problémái és perspektívái. /Audio-Vizuális Technikai és Módszertani Közlemények 1968. 2. sz./
- 15./ Harrison, M.I.: Az Elliott-számítógép alkalmazására épülő oktatási rendszer. /Programmed Learning and Educational Technology, 1968. 1. sz./
- 16./ Iljina, T.A.: A programozott oktatás pedagógiai alapjairól. /Szovetszkaja Pedagogika 1963. 8. sz./
- 17./ Információs pszichológia és didaktika. Szerk.: V.P. Beszpalko. Ford.: Kövendi Dénes. Bp. 1968. Tankönyvkiadó.
- 18./ Kiss Árpád: Az új eszközök pszichológiája és pedagógiája. /Tanulmányok a neveléstudomány köréből 1963. Bp. 1964./
- 19./ Knight, M.A.G.: Programok kipróbálása és véglegesítése. /Audio-Vizuális Technikai és Módszertani Közlemények 1966. 5. sz./
- 20./ Leith, G.O.M.: A programozott oktatásról. /Visual Education 1966. 7. sz./
- 21./ Mesterházi-Nagy Márta L. - Verbóczi Gyuláné: A programozott oktatás és az oktatógépek. /Bp. 1965, OMKDK házi soksz. /4/, 378 p.; Audio-Vizuális Technikai és Módszertani Közlemények 1965. 4-6./
- 22./ Metev, V. - Sztankov, B.: Az oktatás hatékonyságának fokozása a főiskolákon és az oktatógépek.  
/Problémi na Vizseto Obrazovanie 1966. 4. sz.  
lásd még: Audiovizuális Technikai és Módszertani Közl. 1967. 5. sz./

- 23./ Nagy József: A programozott oktatás néhány gyakorlati kérdése. /Szakmunkásnevelés, 1966. 1. sz./
- 24./ Regelszon. L.M.: Felsőoktatás és programozott oktatás. /Ford. Forgó Györgyné. Kézirat. Bp. 1968. Felsőokt. Ped. Kutató Közp. soksz. 71 p./ /Felsőoktatási pedagógiai tanulmányok/
- 25./ Szokoloszky István: "Hagyományos" és "korszerű" óra-vezetés. /Egy órajegyzőkönyv tanulságai./ Tanulmányok a neveléstudomány köréből, 1965. Bp. 1966.
- 26./ Takács Etel: Programozott oktatás az iskolában. /Pedagógiai Szemle, 1967. 7/8. sz./
- 27./ Talizina, N.F.: Az értelmi tevékenységek szakaszos formálásának elmélete és a programozott oktatás. /Ford. Kosaras István. Magyar Pedagógia, 1966. 3/4. sz./
- 28./ Tollingerova, D.: A programozott oktatás és a pszichikus reguláció. /Magyar Pszichológiai Szemle 1966. 3. sz./
- 29./ Zielinski, J.: A programok tesztek útján történő értékelésének és jóváhagyásának empirikus-pedagógiai szempontjai. /Zeitschrift für Erziehungswissenschaftliche Forschung 1967. 3. sz./



# TARTALOMJEGYZÉK

Oldal

Előszó .....	1
I. A tudományos-technikai forradalom hatása a pedagógia tudományára .....	3
II. A programozott tanítás fogalma, pedagógiai elvei .....	16
III. Kibernetika és a programozott tanítás .....	28
IV. Tanuláselméletek és a programozott tanítás ...	52
V. Az értelmi cselekvések szakszonkénti kialaki- tása és a programozott tanítás .....	73
VI. Az algoritmizálás és a programozott tanítás ...	87
VII. Matematikai logika és programozott tanítás ...	120
VIII. Programok készítésének eljárásai .....	132
IX. Az oktatógépek és a programozott tanítás .....	141
X. Számítógépekkel vezérelt oktatógépek .....	158
Idézett irodalom .....	162
Ajánlott irodalom .....	164

## V é l e m é n y

Biszterszky Elemér: A programozott oktatás elméleti alapjai és irányzatainak kritikai összehasonlítása c. doktori disszertációjáról

A szerző dolgozata nem saját kísérleten alapuló munka a programozott oktatásról, hanem elméleti mű, amely a programozott oktatás elméleti alapjainak, különböző irányzatainak ismertetésére és az utóbbiak kritikai egybevetésére vállalkozik. Kétségtelenül megvan a létjogosultsága és a szükségessége is egy ilyen munkának. A programozott oktatásnak sokfajta irányzata, stratégiája ismeretes, amelyek általában egyoldalúan érvényesítenek bizonyos elveket, és éppen ezért a pedagógiai gyakorlatban egyedül üdvöztető módszerként való alkalmazásuk torzulásokhoz vezetnek. Ugyanakkor mindegyikben vannak hasznosítható elemek.

A szerző felkészültsége magas színvonalú. Jól, elmélyülten ismeri a programozás kibernetikai, információelméleti, algoritmuselméleti alapjait, biztosan használja e tudományterületek szaknyelvét. Pszichológiai és pedagógiai felkészültsége is segíti, hogy témájának hatalmas anyagával megbirkózzék, hogy szerencsésen kiválassza a lényeges elemeket, és hogy így fenti vállalkozásának eleget tegyen.

De egy ilyen nagy témát felölelő, szintézisre, átfogó értékelésre törekvő munka a felületesség veszélyével is jár. A szerző sem tudja elkerülni ezt a veszélyt. Munkájának vannak olyan részletei, amelyekben nem jut túl bizonyos alapfogalmak ismertetésén, ami egy tankönyvszerű összefoglalásban helyénvaló lehet, kevésbé egy doktori disszertációban.

Hiányossága még a disszertációnak, hogy kevés utmutatást ad



egy hazai, gyakorlatban mostmár követhető programozási stratégia kidolgozására.

A dolgozat érdeme világos stílusa, logikus szerkezete.  
A szerző jól ismeri témájának szakirodalmát.

Egybevetve a dolgozat értékeit és hiányosságait,

c u m l a u d e

értékeléssel javaslom elfogadásra.

Szeged, 1971. december 3.

/Dr. Ágoston György/  
egyetemi tanár